Libro de Actas

XIII Jornadas Nacionales y X Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica

ASOCIACIÓN QUÍMICA ARGENTINA



División Educación Química

Asociación Química Argentina
Actas de las XIII Jornadas Nacionales y X Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica: JEQUSST 2024; Compilación de Sandra Analía Hernández. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Asociación Química Argentina, 2024.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-47159-9-9

1. Educación. 2. Química. 3. Ciencias Naturales. I. Hernández, Sandra Analía, comp.
CDD 507

Los resúmenes, videos y trabajos completos incluidos en esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores. Ni el comité organizador, ni la Asociación Química Argentina, ni quien compila y edita estas Actas se hacen responsable por las opiniones, resultados o interpretaciones expresadas en los mismos.

ISBN 978-987-47159-9-9

9 789874 715999

ISBN 978-987-47159-9-9

ORGANIZA

División Educación Química - Asociación Química Argentina

Presidenta JEQUSST 2024: Dra. Sandra A. Hernández

Tesorero: Dr. Arturo A. Vitale

Colaboradoras en la moderación de encuentros virtuales

- Prof. Rocío Belén Kraser
- Prof. Juliana Bambozzi
- Prof. María Paula Pelaez
- Prof. Cintia V. Ils

Autoridades de la Asociación Química Argentina

- **Presidente:** Dr. Carlos Oscar Cañellas
- **Vicepresidente:** Dr. Alberto Luis Capparelli
- **Secretaria:** Dra. Alicia Beatriz Pomilio
- **Prosecretario:** Dr. Alberto Jorge Lazarowski
- **Tesorero:** Dr. Arturo Alberto Vitale
- **Protesorero:** Tco. Qco. Claudio Salvador

https://aqa.org.ar/index.php/comision-directiva

ISBN 978-987-47159-9-9

COMITÉ CIENTÍFICO

- Dra. Lydia Galagovsky (FCEyN -UBA, Argentina)
- Dra. Silvia Porro (UNQ, Argentina)
- Dr. Vicente Talanquer (University of Arizona, Estados Unidos)
- Dr. Agustín Aduriz-Bravo (CeFIEC– FCEyN – UBA, GEHyD, CONICET, Argentina)
- Dr. Mario Quintanilla Gatica (GRECIA-UC, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile)
- Dr. Gabriel Pinto Cañón (ETS de Ingenieros Industriales - Universidad Politécnica de Madrid, España)
- Dr. Héctor Odetti (UNL, Argentina)
- Dra. María Gabriela Lorenzo (CIAEC, FFyB - UBA, CONICET, Argentina)
- Dr. Ignacio Idoyaga (CIAEC, FFyB-UBA, IIES-ADUBA, CONICET, Argentina)
- Dra. María Mercedes Callejas (Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - UDCA, Bogotá)
- Dra. Luciana Zaterka (Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, Brasil)
- Dra. M. Rosario Soriano (UNGS y posgrado UTN, Argentina)
- Dra. Luz Lastres (Jubilada UBA, Argentina)
- Dr. Andrés Raviolo (UNRN, Argentina)
- Dra. Teresa Quintero (UNRC, Argentina)
- Dra. Andrea Farré (UNRN, Argentina)
- Dr. Germán H. Sánchez (FBCB - UNL, Argentina)
- Dr. Andrés E. Ciolino (UNS, PLAPIQUI, CONICET, Argentina)
- Dr. Damián Lampert (GIECIEN, UNQ, Argentina)
- Dr. Martín Pérgola (CeFIEC, FCEyN-UBA, Argentina)
- Dra. Natalia Ospina (Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia)
- Dr. Guillermo Cutrera (UNMdP, Argentina)
- Dr. Mariano Garrido (UNS – INQUISUR (UNS-CONICET), Argentina)
- Dra. Marisa Repetto (FFyB - UBA, CONICET, Argentina)
- Prof. Rocío B. Kraser (UNS, Argentina)
- Dra. Sandra A. Hernández (UNS – INQUISUR (UNS-CONICET), Argentina)

ISBN 978-987-47159-9-9

AVALES ACADÉMICOS













ISBN 978-987-47159-9-9











ISBN 978-987-47159-9-9

PRESENTACIÓN

Desde 1994, la División Educación Química de la Asociación Química Argentina, promueve encuentros de intercambio académico atendiendo a la importancia de la capacitación y actualización tanto de docentes e investigadores en ejercicio como en formación. En esta oportunidad, como hace ya 30 años, docentes y estudiantes de todos los niveles educativos, tanto nacionales como extranjeros, han aceptado la propuesta de compartir e intercambiar ideas, recursos, experiencias e investigaciones relacionadas a la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Químicas y otras Ciencias Interdisciplinares.

Las XIII Jornadas Nacionales y X Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica - JEQUSST 2024, llevadas a cabo, *en modalidad virtual*, del 29 al 31 de octubre de 2024, convocaron a las Ciencias Químicas y otras Ciencias Interdisciplinares a participar activamente del debate y preocupación en temas de actualidad y relevancia educativa y social, como lo son la accesibilidad y la inclusión, la formación en ciencias y la inteligencia artificial asociada a los nuevos retos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de los saberes.

En estas jornadas se propuso revisar y actualizar la formación en Química, definiendo como objetivos:

- intercambiar experiencias y puntos de vista entre docentes, estudiantes e investigadores, propiciando la reflexión acerca de las prácticas áulicas y experimentales, así como también de la investigación y la extensión en ciencias experimentales;
- promover la difusión y discusión de experiencias didácticas e investigaciones en todos los niveles del sistema educativo;
- contribuir a la construcción del conocimiento en enseñanza e investigación de la Químicas en interdisciplina con otras ciencias;
- reflexionar acerca de la accesibilidad y la educación inclusiva en la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de la disciplina Química;
- estimular el intercambio de aportes de especialistas sobre problemáticas de enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias exactas y naturales, conociendo diferentes aspectos para su abordaje;
- reunir a los investigadores en Ciencias Químicas y otras Ciencias Interdisciplinares con los profesores de distintos niveles del sistema educativo, con la intención de tender redes y espacios de articulación para el mejoramiento de la práctica educativa.

Para cumplir con estos objetivos, las Jornadas se estructuraron en conferencias, mesas de diálogo y cursos - taller.

Las JEQUSST 2024 se desarrollaron en modalidad virtual, con dos formas de intervención complementarias, una asincrónica y otra sincrónica. La comunicación asincrónica se realizó a través de un aula Moodle, habilitada en el Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur, en la sección denominada Eventos científicos, la cual contó con: el acceso a los resúmenes y a los videos de cada trabajo; los enlaces a las conferencias y mesas de diálogo; las secciones para los cursos - taller. También se dispusieron foros de consulta y discusión.

La transmisión de las Jornadas se realizó desde la Dirección de Educación a Distancia y Educación Continua (DirEad), de la Universidad Nacional del Sur, situada en la cede de rectorado de dicha universidad, en la ciudad de Bahía Blanca. Para los encuentros sincrónicos, se utilizó ZOOM como plataforma de videoconferencia y de socialización de los trabajos presentados en las mesas de diálogo dispuestas para tal fin.

Diez conferencistas de nivel internacional distinguieron las jornadas con sus valiosos aportes en temas de actualidad. La conferencia de apertura del día martes 29 de octubre estuvo a cargo del Dr. Ignacio Julio Idoyaga (CIAEC, FFyB, UBA, CONICET, Argentina). Posteriormente disertaron la Dra. Adela Muñoz Páez (Universidad de Sevilla, Sevilla, España) y la Dra. Diana López Tavares (Embajadora PheT en América Latina, México). El miércoles 30 expuso su conferencia el Dr. Víctor Simó (Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España) y también hubo una mesa redonda en la que la Dra. Lydia Galagovsky (CeFIEC– FCEyN – UBA,

ISBN 978-987-47159-9-9

Argentina), el Dr. Vicente Capuano (UNC, Córdoba, Argentina) y la Prof. Paola Fernanda Rosalez (I.S.P "Dr. J.V. González", CeFIEC– FCEyN – UBA, Argentina), habilitaron diálogos para la enseñanza de la Química, la Física y la Biología respectivamente. El día jueves 31, disertaron la Dra. Carina Lion (IICE, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, Argentina), la Prof. Fiorella Lizano Sánchez (Universidad Estatal de Costa Rica, Laboratorio de Experimentación Remota, Costa Rica). La conferencia de cierre estuvo a cargo del Dr. Agustín Adúriz-Bravo (CeFIEC, FCEyN, UBA, CONICET, Argentina).

Asimismo, se contó con el dictado de 13 cursos-taller en temáticas diversas, los cuales se desarrollaron con un encuentro sincrónico vía ZOOM y espacios de tareas y debates asincrónicos a través de Moodle.

Cabe destacar la participación activa de los más de 300 inscriptos al evento, tanto en las conferencias como durante la socialización de los trabajos, los cuales, divididos de acuerdo a los bloques preestablecidos, se presentaron en modalidad conversatorio.

Los cinco bloques temáticos propuestos para el encuentro fueron:

- Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química
- Bloque 2: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0).
- Bloque 3: Accesibilidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química.
- Bloque 4: Formación Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica
- Bloque 5: Resultados de proyectos de investigación y de extensión en Química.

Todos los trabajos fueron evaluados por los miembros del Comité Científico de las JEQUSST 2024 en modalidad doble ciego, a quienes se agradece muy especialmente los aportes realizados, los cuales enriquecieron los trabajos y sus presentaciones.

Los 140 trabajos publicados en este libro de actas, escritos por 420 autores de origen nacional e internacional, invitan a reflexionar sobre el importante rol de la Química en la educación, en sus diferentes niveles académicos.

Es un honor para la División Educación Química de la AQA que las JEQUSST 2024 hayan sido consideradas de interés académico por la Universidad Nacional del Sur (UNS), la Dirección de Educación a Distancia (DirEad) de la UNS, el Departamento de Química de la UNS y el Instituto de Química del Sur (INQUISUR, UNS-CONICET), así como haber contado con el beneplácito del Consorcio de Grupos de Investigación en Educación en Ciencias Naturales y Experimentales de la Argentina (CONGRIDEC); el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la Facultad de Bioquímica y Farmacia de la Universidad de Buenos Aires; la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (REDLAD); el Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales GRECIA-UC de la Facultad de Educación de la Universidad Católica de Chile; la Asociación de Educadores en Química de la República Argentina (ADEQRA); la Asociación de Profesores de Física de Argentina (APFA); y la Asociación de Docentes de Biología de la República Argentina (ADBiA).

Permítanme realizar un reconocimiento especial a la Universidad Nacional del Sur, de la cual formo parte. Mi agradecimiento al Dr. Daniel Vega, rector de la UNS y al Dr. Mariano Garrido, Secretario General Académico de la UNS, por el apoyo recibido para la realización de las jornadas; a la Dirección de Educación a Distancia (DirEad) de la UNS, en especial a su directora Mg. Nancy Ferracutti quien puso a disposición las instalaciones de la DirEaD, una cuenta ZOOM y los dispositivos necesarios para la transmisión de las Jornadas, colaborando además con las inscripciones al aula Moodle; a la Directora-Decana del Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur Dra. Paula Messina quien puso a disposición una cuenta ZOOM del Departamento de Química de la UNS y avaló la incorporación de las jornadas como un evento científico dentro del Moodle de nuestro departamento.

El Libro de las Actas de las XIII Jornadas Nacionales y X Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica, JEQUSST-2024, editado por la Asociación Química Argentina con ISBN: 978-987-47159-9-9, quedará disponible para su consulta y/o descarga en la página web de la AQA, en la sección CONGRESOS Y EVENTOS (https://aqa.org.ar/index.php/congresos-y-eventos) y replicado en la sección Publicaciones/Libros/Jornadas de Enseñanza en la siguiente dirección:

https://www.aqa.org.ar/index.php/publicaciones2/libros/jornadas-de-ensenanza .

Este libro representa un valioso ejemplar de consulta, donde se recopilan las conferencias dictadas, los trabajos presentados y los cursos-taller dictado.

Cada lector podrá acceder a las video conferencias y a los videos que resumen cada trabajo presentado.

En el índice general se encuentra la información detalla del todo el contenido de este libro, dividido en las siguientes secciones:

- Acto de apertura
- Conferencias y Mesa redonda
- Trabajos presentados en cada bloque temático
- Cursos-taller dictados
- Anexo – Distinciones
- Índice alfabético de autores/as

En esta edición, se ha incorporado el Anexo – Distinciones en el cual se detallan las distinciones otorgadas en el marco de estas jornadas, así como los criterios de selección en cada categoría.

- EVALUADOR DESTACADO: Dr. Damian Lampert
- COLABORADOR DESTACADO: Dr. Germán Hugo Sánchez
- DICTANTE DE CURSO-TALLER DESTACADA: Dra. Lydia R. Galagovsky
- EXPOSITORAS DESTACADAS: Estudiantes de Educación Secundaria Técnica: Lola Marino, Sofía Victoria Lucero, Agostina Belén González y Micaela Guadalupe Kraemer Dueña, coautoras del trabajo B4.13 junto a su profesor Walter Raúl Rogelio Acosta
- VIDEO DESTACADO: Realizado por autores/as del trabajo B1.17, Tobías Gaggioli Hernández, Laila Fernández, Albaro Lescano, Fernando Inze, Sonia Gallardo y Mariana Minchiotti
- TRABAJOS DISTINGUIDOS PARA SER PUBLICADOS EN LA REVISTA ANALES DE LA ASOCIACIÓN QUÍMICA ARGENTINA: los quince trabajos que fueron notificados de esta distinción quedarán publicados en la edición del volumen 112, número 1, enero-junio de 2025, en la revista *Anales de la Asociación Química*, editada desde 1913 por la Asociación Química Argentina, la cual puede consultarse en: https://www.aqa.org.ar/index.php/volumenes-publicados

En nombre de la División Educación Química de la Asociación Química Argentina, deseo expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra forma, hicieron posible estas jornadas con su valiosa participación y apoyo. Espero volver a encontrarnos en las JEQUSST 2026, para seguir construyendo juntos espacios de aprendizaje, colaboración y transformación.

Dra. Sandra A. Hernández
Presidenta JEQUSST 2024
División Educación Química
Asociación Química Argentina

ISBN 978-987-47159-9-9

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
ACTO DE APERTURA	**13**
CONFERENCIAS y MESA REDONDA	**14**
Conferencia inaugural - Dr. Ignacio J. Idoyaga *Ni inteligencia ni artificial: Reflexiones sobre los modelos de lenguaje natural y otros asistentes digitales en la educación en química.*	**15**
Conferencia - Dra. Adela Muñoz Páez *La Tabla Periódica. Un cómic con mucha química*	**16**
Conferencia - Dra. Diana López Tavares *Descubre y Aprende Química con PhET: Novedades y Actividades Didácticas.*	**17**
Conferencia - Dr. Víctor López Simó *Retos de la enseñanza de la química*	**18**
Mesa Redonda *Habilitar diálogos para la enseñanza de química, física y biología* **Dra. Lydia R. Galagovsky** – Panelista por química **Dr. Vicente Capuano** – Panelista por física **Prof. Paola Fernanda Rosalez** – Panelista por biología	**19**
Conferencia - Dra. Carina Lion *Enseñar en tiempos de algoritmos*	**21**
Conferencia - Prof. Fiorella Lizano Sánchez *Laboratorios Remotos en Química: rompiendo las barreras de las aulas*	**22**
Conferencia de cierre - Dr. Agustín Adúriz-Bravo *La indagación científica en la nueva enseñanza de la química*	**23**
TRABAJOS PRESENTADOS EN CADA BLOQUE TEMÁTICO	**24**

ISBN 978-987-47159-9-9

CONTENIDO	Página
BLOQUE 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química	25
INDICE DE TRABAJOS PRESENTADOS EN LA MESA DE DIALOGO DEL BLOQUE 1	26
Trabajos completos, resúmenes y videos del Bloque 1	34
BLOQUE 2: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0)	321
INDICE DE TRABAJOS PRESENTADOS EN LA MESA DE DIALOGO DEL BLOQUE 2	322
Trabajos completos, resúmenes y videos del Bloque 2	325
BLOQUE 3: Accesibilidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química	400
INDICE DE TRABAJOS PRESENTADOS EN LA MESA DE DIALOGO DEL BLOQUE 3	401
Trabajos completos, resúmenes y videos del Bloque 3	403
BLOQUE 4: Formación Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica	433
INDICE DE TRABAJOS PRESENTADOS EN LA MESA DE DIALOGO DEL BLOQUE 4	434
Trabajos completos, resúmenes y videos del Bloque 4	439
BLOQUE 5: Resultados de proyectos de investigación y de extensión en Química	600
INDICE DE TRABAJOS PRESENTADOS EN LA MESA DE DIALOGO DEL BLOQUE 5	601
Trabajos completos, resúmenes y videos del Bloque 5	607
CURSOS – TALLER	819

ISBN 978-987-47159-9-9

CONTENIDO	Página
ÍNDICE DE LOS CURSOS – TALLER DICTADOS	820
Detalle de cada curso-taller	822
ANEXO – DISTINCIONES 	847
Detalle de las distinciones entregadas en el marco de las JEQUSST 2024	848
ÍNDICE ALFABÉTICO DE AUTORES/AS	854
Detalle de las presentaciones realizadas por cada autor/a	855

ISBN 978-987-47159-9-9

ACTO DE APERTURA



En el acto de apertura, que marcó el inicio a las JEQUSST 2024, nos acompañaron con su palabra:

- Dr. Carlos Oscar Cañellas, Presidente de la AQA
- Dr. Daniel Vega, Rector de la Universidad Nacional del Sur
- Dr. Mariano Garrido, Secretario General Académico de la Universidad Nacional del Sur
- Mg. Nancy Ferracutti, Directora de la Dirección de Educación a Distancia (DirEaD) de la UNS.
- Lic. Horacio Zamudio, Responsable del área de contenidos para Educación a Distancia, DirEaD, UNS.
- Dra. Sandra A. Hernández, Responsable de la División Educación Química de la Asociación Química Argentina y organizadora de las JEQUSST 2024.













Video **Enlace al video de apertura de las JEQUSST 2024 – 29/10/2024**
https://drive.google.com/file/d/1k2x8-AVw7mr78XjRLWMZYJPHNv7GuaGk/view

ISBN 978-987-47159-9-9

CONFERENCIAS
y
MESA REDONDA

ISBN 978-987-47159-9-9

CONFERENCIA DE APERTURA

Ni inteligencia ni artificial: Reflexiones sobre los modelos de lenguaje natural y otros asistentes digitales en la educación en química.



Dr. Ignacio J. Idoyaga

CONICET-UBA. Director Adjunto del CIAEC, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA)

Ignacio J. Idoyaga es Doctor por la Universidad de Buenos Aires (UBA) y profesor de Física de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFyB) y de química del Ciclo Básico Común de la UBA. Es director Adjunto del Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la FFyB de la UBA y miembro de la Carrera del Investigador Científica del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Realizó estudios de posdoctorado en la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Es profesor invitado y de programas de posgrado en universidades de Argentina, Uruguay, Panamá y España. Es investigador invitado del Departamento de Didácticas de las Ciencias de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid. Dirige proyectos de investigación y tesis de maestría y doctorado. Es autor de numerosas publicaciones y editor de la revista Nuevas Perspectivas. Ocupa distintos cargos en asociaciones científicas, entre los que se destaca la presidencia de la Mesa Interamericana de Diálogo por la Educación Científica.

CV ampliado en: https://drive.google.com/file/d/1efT6Oy7kIVqBGF70qunBOuFwVUdqb6HB/view?usp=sharing

Enlace de acceso a la grabación de la videoconferencia del Dr. Julio I. Idoyaga

https://drive.google.com/file/d/1WeH3S3p-nJ9DXDASvZTTci4VEP1rYX5f/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9

CONFERENCIA

La tabla periódica. Un cómic con mucha química.



Dra. Adela Muñoz Páez

Catedrática de Química Inorgánica de la Universidad de Sevilla

Medalla de Oro de la ciudad de Sevilla como científica y divulgadora 2021

Adela Muñoz Páez, Catedrática de Química Inorgánica de la Universidad de Sevilla, ha desarrollado una destacada trayectoria académica y de divulgación científica. Fue vicedirectora del Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla (CSIC-US) y ha investigado en fuentes de radiación sincrotrón en Europa y Asia. Con cinco sexenios reconocidos en Química y uno en Historia, ha participado en comités evaluadores nacionales e internacionales. Es autora de reconocidas obras de divulgación y sobre mujeres en la ciencia, como *Historia del veneno*, *SABIAS* y una biografía de Marie Curie, además de *La tabla periódica: un cómic con mucha química*, creado junto a Raquel Gu y docentes de 15 universidades. Ha impulsado proyectos como la obra teatral *Científicas, pasado, presente y futuro*, con gran impacto educativo, y colabora activamente en iniciativas como *Una científica en cada cole andaluz* y #NoMoreMatildas, promoviendo referentes femeninos en ciencia. Ganadora en 2015 del *Premio Meridiana* concedido por la Junta de Andalucía por su trayectoria personal y profesional, y en 2021 de la *Medalla de Oro de Sevilla* como científica y divulgadora. Mantiene desde 2008 el sitio Hypatia.es como eje de sus actividades de difusión. Madre, abuela, amante de la ópera y de la bicicleta, conjuga ciencia, pedagogía y compromiso social con admirable pasión.

CV ampliado y enlaces de interés educativo sugeridos por la Dra. Adela Muñoz Páez en:
https://drive.google.com/file/d/11Y0251QczbzLZSSFJp8-YfoPN90s7DKU/view?usp=sharing

Enlace de acceso a la grabación de la videoconferencia de la Dra. Adela Muñoz Páez

https://drive.google.com/file/d/1NTDZxGdvYIiExb58xWyN3MlL4TLBFztS/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9

CONFERENCIA

Descubre y Aprende Química con PhET: Novedades y Actividades Didácticas.



Dra. Diana López Tavares

Embajadora PhET en América Latina

Diana López Tavares. Licenciada en Física con posgrados en Física Educativa por parte del Instituto Politécnico Nacional de México. Actualmente trabaja en PhET Interactive Simulations de la Universidad de Colorado Boulder, diseñando simulaciones y como Embajadora en Latinoamérica, apoyando con la difusión de las herramientas de PhET, diseñando actividades didácticas e implementando cursos de formación docente para el contexto latino.

Enlace de acceso a la grabación de la videoconferencia de la Dra. Diana López Tavares

https://drive.google.com/file/d/1m-VcFzAaIS39G2Ojv2k50rjy8GpstVJ4/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9

CONFERENCIA

Retos de la enseñanza de la química



Dr. Víctor López Simó

Profesor del Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales en la Universidad Autónoma de Barcelona

Víctor López Simó es físico y doctor en didáctica de las ciencias. Se formó en la investigación en educación científica en el CRECIM (Centro de Investigación para la Educación Científica y Matemática), participando de proyectos I+D+i nacionales e internacionales. Posteriormente, ejerció como profesor de Física y Química de ESO y Bachillerato. Actualmente, es profesor Agregado en el Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales en la UAB, donde trabaja en la formación inicial de ciencias y participa en diferentes grupos de innovación docente en ciencias.

Resumen de la conferencia: El debate sobre el diseño e implementación de secuencias didácticas, si bien es un debate que viene de lejos, es actualmente más relevante que nunca. En el caso de la enseñanza de la química, la amplia tradición de investigación sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta disciplina nos permite identificar algunos de los principios de diseño didáctico. Esto incluye, por ejemplo, comprender cuál es el punto de partida del alumnado, cuáles son las estrategias más efectivas para cada caso o cuáles son las grandes ideas de la química que queremos construir a lo largo de la escolaridad.

📹 **Enlace de acceso a la grabación de la videoconferencia del Dr. Víctor López Simó**

https://drive.google.com/file/d/1e5SVqv_N-DGBkIPG4tGFBtgLywUdKqj5/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9

MESA REDONDA

Habilitar diálogos para la enseñanza de química, física y biología



Dra. Lydia R. Galagovsky

REPRESENTANTE DEL ÁREA QUÍMICA.
Profesora Consulta e investigadora del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (FCEyN-UBA).

Lydia R. Galagovsky es Licenciada y Doctora en Ciencias Químicas por la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. Investigadora en las áreas de Química Orgánica y de Enseñanza de las Ciencias. Profesora Consulta de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEyN-UBA), en el área de Profesorados. Es investigadora del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC-FCEyN-UBA). Coautora de 9 patentes (nacionales e internacionales) en Química Medicinal, y autora de varios libros destacados en educación científica. Ha sido y es disertante y Profesora Invitada en numerosas universidades y eventos científicos de Argentina y de otros países. Ha recibido premios relevantes en el ámbito educativo: el Premio Educación de la Asociación Química Argentina (2009), el Premio Bicentenario de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (2012), y otros premios en el área educación por trabajos en co-autoría. Es miembro de comisiones y subcomisiones de Doctorados de universidades argentinas y miembro de comités científicos de revistas de educación en ciencia. Ha presidido durante más de una década la División Educación de la Asociación Química Argentina (2005-2018) y las Jornadas Nacionales e Internacionales de Enseñanza de la Química, JEQUSST 2015 y 2017.



Dr. Vicente Capuano

REPRESENTANTE DEL ÁREA FÍSICA.
Titular Plenario de la Universidad Nacional de Córdoba.

Vicente Capuano es Profesor Titular Plenario de la Universidad Nacional de Córdoba (UNCba). Ha sido categorizado como investigador. Su título de grado es de Ingeniero Electricista Electrónico y de postgrado, Magister en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología. Profesor Titular en cátedras de Física en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN) de la UNCba. Desde

ISBN 978-987-47159-9-9

su ingreso a la docencia, su preocupación es hacer aportes para el mejoramiento de la Educación Científica. Ha recibido el *Premio Universidad* en dos oportunidades y ha sido profesor invitado en varias Universidades y declarado Huésped de Honor en dos municipios. Es fundador y fue designado *Socio Honorario* de la Sociedad Científica "Asociación de Profesores de Física de la Argentina" (APFA), ha sido su presidente en cuatro períodos, organizador de varios (REF y SIEF) eventos importantes en el seno de APFA y Editor de su Boletín Nacional y de su Revista de Enseñanza de la Física.



Lic. Paola Fernanda Rosalez

REPRESENTANTE DEL ÁREA BIOLOGÍA.

Profesora en Ciencias Naturales del Instituto Superior del Profesorado Dr. Joaquín V. González. Investigadora del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).

Paola Fernanda Rosalez es Profesora de Ciencias Naturales por el I.S.P Dr. Joaquín V. González de Argentina. Licenciada en Enseñanza de las Ciencias con mención en Didáctica de la Biología por la Universidad Nacional de San Martín de Argentina. Especialista en Lectura, escritura y educación por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Experiencia en la Enseñanza de la Biología en nivel secundario. Formación Docente en Ciencias Naturales para el nivel primario y en Biología para el nivel secundario. Experiencia en el desarrollo de materiales curriculares en Ciencias Naturales para los niveles inicial, primario y secundario. Experiencia en asesoría técnico-pedagógica para el desarrollo de libros de texto. Investigadora del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA). Miembro del grupo de investigación Perspectivas Críticas para la Enseñanza de la Salud y la Enfermedad del Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales (GHEyD) de la UBA.

Enlace de acceso a la grabación de la videoconferencia de la Mesa Redonda

https://drive.google.com/file/d/17aYDVnIHuyYUof_Kq7Km-YI5kr40rHif/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9

CONFERENCIA

Enseñar en tiempos de algoritmos



Dra. Carina Lion

Investigadora principal en el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IICE), Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires (FILO-UBA)

carinalion@gmail.com

Carina Lion es Doctora en Educación por la Universidad de Buenos Aires. Licenciada y Profesora en Ciencias de la Educación, Universidad de Buenos Aires (UBA). Especialista en Formación de Formadores, UBA. Profesora de Educación y Tecnologías y de Comunicación y Educación en la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA. Profesora en Maestrías y Doctorados de Universidades Nacionales e Internacionales. Investigadora principal en el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IICE) de la UBA y codirectora de proyectos UBACyT. Fue directora general de UBA XXI y del Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía de la UBA. Es consultora de proyectos de tecnología educativa en organismos gubernamentales y en empresas. Sus áreas de experticia son la educación a distancia; la innovación didáctica, la gamificación y la tecnología educativa. Tiene numerosas publicaciones en el campo de la enseñanza y la tecnología educativa. Actualmente es desarrolladora de videojuegos educativos.

📹 **Enlace de acceso a la grabación de la videoconferencia de la Dra. Carina Lion**

https://drive.google.com/file/d/1Z6mDJk33EO2LDoB6Hw4ZXEFXWSLZoiLe/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9

CONFERENCIA

Laboratorios Remotos en Química: rompiendo las barreras de las aulas.



Prof. Fiorella Lizano Sánchez

Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica
Laboratorio de Experimentación Remota

Fiorella Lizano Sánchez, es licenciada en Química, actualmente cursa una maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología en la Universidad Nacional de Córdoba. Es desarrolladora e investigadora en el Laboratorio de Experimentación Remota de la Universidad Estatal a Distancia y es profesora de la Cátedra de Física para Ingenierías. También ha colaborado en proyectos como "Innovaciones para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales mediados por tecnologías digitales" financiado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) de Uruguay y en el proyecto "Laboratorios Remotos asistidos por Inteligencia Artificial: nuevos entornos para enseñar y aprender" que forma parte de los Proyectos UBATIC.

Enlace de acceso a la grabación de la videoconferencia de la Prof. Fiorella Lizano Sánchez

https://drive.google.com/file/d/1z3kPmkkt6kB8dFRNSPJzhUklFS64ugsB/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9

CONFERENCIA

La indagación científica en la nueva enseñanza de la química



Dr. Agustín Adúriz-Bravo

Profesor Asociado en la Comisión de Carrera de los Profesorados de Enseñanza Media y Superior e Investigador Principal del CONICET en el instituto CeFIEC. Director del Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales (GEHyD), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).

Agustín Adúriz-Bravo estudió física, epistemología y didáctica de las ciencias naturales en la Universidad de Buenos Aires (UBA) primero y más tarde en la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB -España) y en el King's College de Londres (Reino Unido). Es Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la UAB. Especialista en formación epistemológica del profesorado, naturaleza de la ciencia, modelización y argumentación científica escolar. Su línea de trabajo es la de los aportes de la epistemología, la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia a la mejora de la calidad de la educación científica. Referente en la formación del profesorado en ciencias naturales, para todos los niveles educativos, desde una perspectiva epistemológica. Autor de más de 400 publicaciones académicas en diversos formatos. Ha sido asesor de organismos nacionales e internacionales: UNESCO, OEI, OEA, Ministerio de Educación de la Nación. Profesor visitante en universidades de América Latina y Europa. Es Profesor Asociado en la Comisión de Carrera de los Profesorados de Enseñanza Media y Superior e Investigador Principal del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) en el Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC- FCEyN-UBA). Es Director del GEHyD (Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales) en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

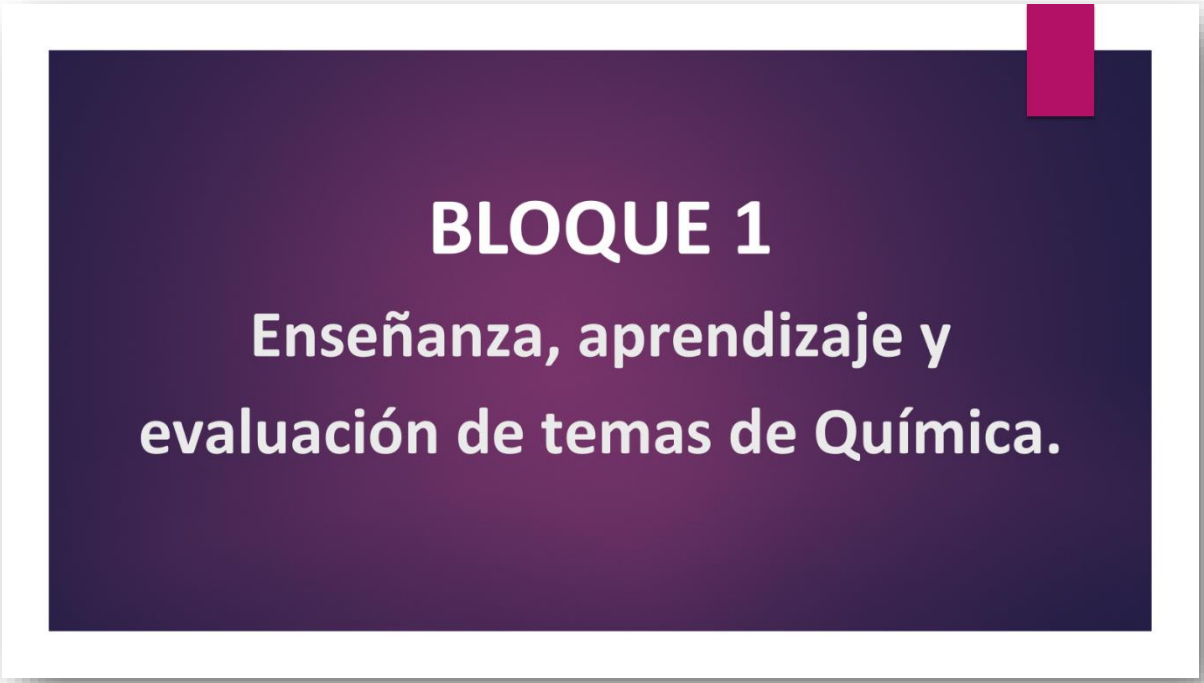
Enlace de acceso a la grabación de la videoconferencia del Dr. Agustín Adúriz Bravo

https://drive.google.com/file/d/18_J9sl0ABQGXn7Gbnu_srU-yzRJJRuvT/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9

TRABAJOS PRESENTADOS EN CADA BLOQUE TEMÁTICO

ISBN 978-987-47159-9-9



ISBN 978-987-47159-9-9

INDICE DE TRABAJOS PRESENTADOS EN LA MESA DE DIALOGO DEL BLOQUE 1

- **Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química**

Código	Título y autores/as	Página
B1.01	**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABLE CALIFICACIONES EN PREPADEMIA, PANDEMIA Y POSTPANDEMIA EN LA ASIGNATURA QUIMICA PARA INGENIERÍA QUÍMICA** Gladys E. Machado, Manuel Alvarez Dávila	
	Trabajo completo	34
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	40
B1.02	**INCORPORACIÓN DE EVALUACIONES FORMATIVAS LUDIFICADAS Y ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO EN QUÍMICA ORGÁNICA II: LA IMPORTANCIA DE LA RETROALIMENTACIÓN** Viviana Loida Wright, Camila Di Genaro	
	Trabajo completo	41
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	45
B1.03	**LA MICROESCALA EN LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS UNIVERSITARIAS: LA EXPERIENCIA DE SU APLICACIÓN EN UNA CÁTEDRA DE ALIMENTOS** Ana Laura Pino, Rodrigo Forastieri, María Ayelén Vélez, Irma Verónica Wolf	
	Trabajo completo	46
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	52
B1.04	**ESTUDIANDO QUÍMICA CON UN HILO CONDUCTOR: GASES DE EFECTO INVERNADERO** Karina Insinger, María Laura Pamparato, Cecilia D. Di Risio	
	Trabajo completo	53
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	59
B1.05	**FISICOQUÍMICA “DE BOLSILLO”: APLICACIÓN DE CELULAR PARA UNA PRIMERA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE ANTOCIANINAS VEGETALES** María Azul Cutrín, Victoria Carro, Bautista Rocha, Jaime Bayona Solano, Andrés Ciolino	
	Trabajo completo	60
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	66

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B1.06	**CREAR Y CONSTRUIR MATERIAL DIDÁCTICO: LOS SÓLIDOS CRISTALINOS DESDE LA GEOMETRÍA** Paola Beatriz Baiutti, Jésica Victoria Gutiérrez, Yanina P. Sánchez Rodríguez	
	Trabajo completo	67
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	72
B1.07	**TRANSFORMACIONES DEL CURSO QUÍMICA ORGÁNICA PARA LAS CARRERAS DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y FORESTAL: PRIMERAS APROXIMACIONES** María Emilia Pérez, Guillermo Blustein, Gustavo Pablo Romanelli	
	Resumen	73
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	73
B1.08	**ENRIQUECIMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA DE EQUILIBRIO QUÍMICO DE LA CÁTEDRA DE QUÍMICA GENERAL** Andrea S. Ciriaco, Marcela de Alba, Fiamma Corna, Raúl Bordón, Hebe Blasetti	
	Trabajo completo	74
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	78
B1.09	**EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN CLASES DE QUÍMICA EXPERIMENTAL** María Gabriela Lorenzo, Teresa Quintero	
	Trabajo completo	79
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	85
B1.10	**CINÉTICA QUÍMICA: MEDIR, GRAFICAR E INTERPRETAR.** David Picón*, Irene Lazzarini Behrmann, María Alejandra Daniel, Belén Ponce, Pedro Flores, Helena M. Ceretti	
	Trabajo completo	86
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	93
B1.11	**PROPUESTA DE ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN DEL TEMA TERMOQUÍMICA EN ESTUDIANTES DEL PROFESORADO DE QUÍMICA Y FÍSICA** Mariela Judith Llanes, Magda Andrea Figueroa, Laura Alejandra Núñez, Mario Rolando Molina	
	Resumen	94
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	94
B1.12	**LA QUÍMICA EN LA COCINA: UNA EXPERIENCIA COTIDIANA EN EL AULA** Macarena Eugui, Magdalena Irazoqui, Agustina Balatti, Ana Paula Paullier, Lucía Pareja	
	Trabajo completo	95
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	100

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B1.13	**IMPACTO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA UTILIZANDO DATOS REALES DE ESPECTROS ESTELARES.** Maribel Cornejo, Rubén Montecinos, Irma Fuentes, Carla Hernández	
	Trabajo completo	101
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	104
B1.14	**INTEGRACIÓN DE TÉCNICAS EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA EN EL CONTEXTO DE LA "TECNICATURA UNIVERSITARIA EN QUÍMICA"** Jazmín Martínez Fuente Montserrat*, Leandro M. Galeano, María Belén Ponce	
	Trabajo completo	105
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	111
B1.15	**CAZANDO ÁTOMOS: DISEÑO Y ANÁLISIS DE UNA PROPUESTA GAMIFICADA** Raiquen E. Olguin, Jesica A. Tello, Gabriela V. Ferrari	
	Trabajo completo	112
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	117
B1.16	**TALLER DE ACOMPAÑAMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE EXÁMENES FINALES DE QUÍMICA GENERAL: UNA EXPERIENCIA CON ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE PRIMER AÑO** Laura A. Núñez, Magda A. Figueroa, Mariela J. Llanes, Mario R. Molina	
	Trabajo completo	118
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	122
B1.17	**GRUPOS DE ESTUDIO ACOMPAÑADOS PEDAGÓGICAMENTE: UNA EXPERIENCIA MOTIVADORA EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA ORGÁNICA** Tobías Gaggioli Hernández, Laila Fernández, Albaro Lescano, Fernando Inze, Sonia Gallardo, Mariana Minchiotti*	
	Trabajo completo	123
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	127
B1.18	**PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS FAMILIAS DE COMPUESTOS EN QUÍMICA ORGÁNICA EMPLEANDO CHATBOTS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.** Magalí Pasqualone, Luis Sujatovich, María Eugenia Morrone	
	Trabajo completo	128
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	133
B1.19	**¿QUÉ ESPERAN LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE SUS PROFESORES DE QUÍMICA?** Jesica A. Tello, Luciana Comerci, M. Paulina Montaña, Susana C. Salvetti, Gabriela V. Ferrari	
	Trabajo completo	134
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	138

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B1.20	**ESTUDIO DE CONCEPTOS QUÍMICOS MEDIANTE SUS APLICACIONES BIOLÓGICAS** Dulce Nepullén Velázquez, María de Lourdes Gultemirian	
	Trabajo completo	139
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	145
B1.21	**SI MODIFICAMOS EL MODELO DEBEMOS MODIFICAR LA EVALUACIÓN** Sabrina Balda, Cinthia Tamara Lucero, Alejandro Ferrero, Marcela González, Sandro González	
	Trabajo completo	146
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	151
B1.22	**COMPLEMENTARIEDAD ENTRE ACTIVIDADES DE LABORATORIO PRESENCIALES Y EXPERIENCIAS SIMULADAS EN ENTORNOS NO PRESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS** Rebeca Purpora, Susana Valdez, Cecilia Medaura, Iris Dias, Graciela Valente	
	Trabajo completo	152
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	158
B1.23	**UN BREVE ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA DE MODALIDAD VIRTUAL EN QUÍMICA ANALÍTICA** Analía Isabel Coralizzi, Dara Dobler, Nicolás A Garrone, Eduardo N Cozza Buccaro	
	Trabajo completo	159
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	165
B1.24	**EVALUACIÓN DE LA SOLUBILIDAD DEL CARBONATO DE SODIO Y SU APLICACIÓN EN LA PREPACIÓN DE SOLUCIONES, UNA EXPERIENCIA PRÁCTICA CREATIVA** Enzo Di Marco, Matías Ernesto Iriarte, María de Lourdes Gultemirian	
	Trabajo completo	166
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	170
B1.25	**LA ANALOGÍA DE LAS BOLEADORAS Y LOS ESTADOS DE LA MATERIA** Carolina Argüello, Mercedes Barquín, Matías Blandi, Alfio Zambon	
	Trabajo completo	171
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	176
B1.26	**ESTRATEGIAS DE AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE EN QUÍMICA INORGÁNICA: UNA EXPERIENCIA DE INTERVENCIÓN EN EL AULA** María Soledad Islas, María Basilisa García	
	Trabajo completo	177
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	183

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B1.27	**ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE: PROBLEMAS O EJERCICIOS DE QUÍMICA ¿QUÉ OPINAN LOS ESTUDIANTES?** Claudia Teresa Carreño, Carina María Colasanto, Ivana Aiassa Martínez, Andrea Lucia Pucci, Marcelo Gómez	
	Resumen	184
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	184
B1.28	**NUEVA ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR EL TRABAJO EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA Y BIOLÓGICA** Mariana Belén Laborde, Rosa Karina Nesprias	
	Trabajo completo	185
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	190
B1.29	**COMPETENCIAS EN ESCRITURA ACADÉMICA DE ESTUDIANTES DE QUÍMICA ORGÁNICA EN INGENIERÍA QUÍMICA** Carolina Noemí Matos, María Cristina Iturralde	
	Trabajo completo	191
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	196
B1.30	**EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA FOMENTANDO EL APRENDIZAJE ACTIVO** Maximiliano Iván Delletesse, María Luisa Franchi, Agustina Fernández, Luis Ignacio Rikal	
	Trabajo completo	197
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	202
B1.31	**APRENDIZAJE AUTORREGULADO EN QUÍMICA: UN ANÁLISIS DE PREGUNTAS METACOGNITIVAS** Fabián Buffa*, María B. García, Máximo Menna, Paola Massa	
	Trabajo completo	203
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	207
B1.33	**EXPLORANDO LA QUÍMICA DE LOS FERTILIZANTES: PROPUESTA DIDÁCTICA CON ENFOQUE CTSA** María Paula Pelaez, Rocío Belén Kraser	
	Trabajo completo	208
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	212
B1.34	**UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA DE QUÍMICA EN CONTEXTO A PARTIR DE LA PROBLEMÁTICA EN SALUD DE CONSUMO DE AGUA CON ARSÉNICO** Martin Pérgola, Natalia Sabatini	
	Trabajo completo	213
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	217

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B1.35	**EL SISTEMA DE ESCRITURA CHINA Y LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS, UNA EXPERIENCIA INTERCULTURAL** Andrea de los Ángeles Blengini	
	Trabajo completo	218
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	223
B1.36	**APORTES DE LA EPISTEMOLOGÍA A LA ENSEÑANZA DE LA TABLA PERIÓDICA: ¿UN CRITERIO QUÍMICO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS?** Rodolfo Vergne	
	Trabajo completo	224
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	229
B1.37	**EVALUACIÓN DEL CURSADO DE LA ASIGNATURA QUÍMICA LUEGO DEL CAMBIO DE PLAN DE ESTUDIO DE LA CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA** Vanesa Natalí Ordoñez, Gustavo Gabriel Ribero, Eugenia Rossler, Romina Andrea Funes	
	Resumen	230
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	230
B1.38	**ENFOQUE STEAM EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA A TRAVÉS DE PROYECTOS INNOVADORES** Roxana Jaramillo, Marcelo Castillo	
	Resumen	231
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	231
B1.39	**PROPUESTA DE ENSEÑANZA DE GAMIFICACIÓN: "¿QUÉ VES CUANDO ME VES? LOS COMPUESTOS INORGÁNICOS DE NUESTRO ALREDEDOR"** Irene Marisel Siewruk, Cecilia Gatica, María Inés Diaz Alonso	
	Trabajo completo	232
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	237
B1.40	**ADSCRIPCIONES Y TALLERES: EXPERIENCIAS PARA ACOMPAÑAR EL PROCESO DE APRENDIZAJE DE QUÍMICA GENERAL** Gretel Fitó Friedrichs, Pedro Agustín Flores, Silvana Basack, Daniela Lópina, Juan Ignacio Mostraccio, Sabrina Reus, Víctor Villalba, Ana Janeiro	
	Trabajo completo	238
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	244
B1.41	**LA ESI EN EL AULA DE QUÍMICA: CONSUMO PROBLEMÁTICO DE ALCOHOL** Milagros García Armario	
	Trabajo completo	245
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	250

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B1.42	**APRENDIZAJE COOPERATIVO: UN ENFOQUE PEDAGÓGICO EN LA COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS DE QUÍMICA ORGÁNICA** Daniela Caichug Rivera, Matías Pila, Elías López, Maricel Caputo, Javier Carreras, Danila Ruiz	
	Trabajo completo	251
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	255
B1.43	**LA ENSEÑANZA CONTEXTUALIZADA DE LA QUÍMICA: APORTES DESDE LA FORMACIÓN DE PROFESORES** Natalia Ospina Quintero, Martín Pérgola	
	Trabajo completo	256
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	259
B1.44	**INTEGRACIÓN TEORÍA-PRÁCTICA: EN BUSCA DE APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS Y ENFOCADOS EN LA VIDA PROFESIONAL** Cintia Jimena Fernández, Natalia Andrea Gómez, Claudia Elizabeth Domini, Mariano Garrido	
	Trabajo completo	260
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	265
B1.45	**POTENCIANDO LA METODOLOGÍA DE LA CLASE INVERTIDA A TRAVÉS DEL USO DE MATERIAL AUDIOVISUAL, ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN PARA ESTUDIANTES DEL SIGLO XXI** Virginia Aldabalde*, Margarita Brovetto*, Guillermo Bragunde, Ivana Núñez, Mariana Pazos, Alejandro Peixoto, Williams Porcal	
	Trabajo completo	266
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	272
B1.46	**INTEGRACIÓN DE SIMULADORES DE TOMA DE DECISIONES Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO APLICADA A UN ESTUDIO DE CASO** Ana Laura Rinaldi, María Celina Bonetto, José Iván González Jorge, Paula Cecilia Dabas, Romina Raquel Carballo	
	Trabajo completo	273
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	277
B1.49	**LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN UNA ESCUELA SECUNDARIA DE GESTIÓN PRIVADA EN TIERRA DEL FUEGO – ARGENTINA** Daniel Baltasar Martínez, Jesús Alberto Vila	
	Trabajo completo	278
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	284

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B1.50	**EVALUAR APRENDIZAJES EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA DEL NIVEL SUPERIOR: IMPLEMENTACIÓN DE RÚBRICAS COMO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN Y REFLEXIÓN** María del Milagro Said Adamo	
	Trabajo completo	285
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	289
B1.51	**QUÍMICA APLICADA AL ANÁLISIS DE SUELOS: UN EFOQUE EN EL LABORATORIO** Fabiana V. Coronel	
	Trabajo completo	290
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	294
B1.52	**LA IMPORTANCIA DE LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS CURRICULARES PARA LOGRAR UN APRENDIZAJE ACTIVO** Laila Fernández, Tobías Gaggioli Hernández, Albaro Lescano, Fernando Inze, Mariana Minchiotti*	
	Trabajo completo	295
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	298
B1.53	**CONCEPTOS Y CÁLCULOS NECESARIOS PARA EL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA** Marcela Máquez, María Belén Buglione	
	Trabajo completo	299
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	304
B1.54	**HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES COMO AUXILIARES DIDÁCTICOS EN QUÍMICA MEDICINAL: ANÁLISIS DE COMPLEJOS ENZIMA-LIGANDO** Gabriel Jasinski, M. Florencia Martini, Albertina G. Moglioni	
	Trabajo completo	305
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	308
B1.55	**TARJETAS DIDÁCTICAS DE HEMIRREACCIONES PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS SOBRE REACCIONES REDOX** Dina Judith Carp, Marcela Andrea Rohr, Daniel Alejandro García, Victoria Kleinjan, Christian Bessoni	
	Trabajo completo	309
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	313
B1.56	**MODELOS DIDÁCTICOS PARA LA EXPRESIÓN DE LA EXPLICACIÓN EN QUÍMICA** Verónica M. Relling, M. Eugenia Disetti, Gerardo Camí, Cristina S. Rodríguez	
	Trabajo completo	314
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	320

ISBN 978-987-47159-9-9

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA VARIABLE CALIFICACIONES EN PREPADEMIA, PANDEMIA Y POSTPANDEMIA EN LA ASIGNATURA QUIMICA PARA INGENIERÍA QUÍMICA

Gladys E. Machado

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata (UTN-FRLP), Berisso, Buenos Aires, Argentina.
gmachado9@gmail.com

Manuel Alvarez Dávila

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata (UTN-FRLP), Berisso, Buenos Aires, Argentina.
madavila89@gmail.com

Resumen

Este trabajo de investigación contrasta y analiza el grado de aprendizaje de las y los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Química en la asignatura Química en diferentes contextos comunicacionales, relativos al antes, durante y luego de haber transitado la crisis sanitaria mundial que convocó desde sus inicios a permanecer aislados y cambiar muchas de las costumbres sociales y como no podía estar exenta, de la educación presencial, es decir, en tiempos de prepandemia, pandemia y postpandemia. El análisis y la comparación se realizó de manera cuantitativa considerando como variable el logro académico del cuerpo estudiantil. Se encontró una distinción del rendimiento académico de los grupos muestrales considerando el período en que fueron recabados sus logros universitarios. El estudio finaliza con una síntesis que describe e interpreta el resultado.

Palabras clave: *química; desempeño estudiantil; prepandemia; pandemia; postpandemia.*

1. INTRODUCCIÓN

Al suscitarse un evento tan movilizador como fue la pandemia, se implementaron acciones cuya meta era el logro de los aprendizajes durante ese período, traducidas a la realización de actividades prácticas a través de recursos virtuales, que tuvo beneficios pedagógicos debido al acceso a una herramienta informática con descripciones claras, sencilla de manejar, sin límite de tiempo e inclusiva (*Pérez López et al., 2021; Avello, 2020*).

En definitiva, y en referencia a *Juárez Piña (2019)*, *"se trata de ofertar una nueva visión del mundo y de la praxis pedagógica, a través de la cual el propio sujeto se convierta en el constructor de su saber de manera intersubjetiva"* (p. 180).

No obstante, cabe mencionar, que un numeroso porcentaje de estudiantes tenía preferencia por el cursado presencial de la asignatura, lo que manifiesta el carácter social de la educación y de las relaciones humanas.

Por lo tanto, es imprescindible considerar las relaciones sociales con la capacidad de aprender de un individuo y que se verá reflejada en su desempeño académico, es decir, cuando el compromiso emocional es alto, cualquier actividad se hace más difícil de realizar o vivenciar, demostrando que ha de hacerse un mayor esfuerzo para lograr lo propuesto *(Castro-Navarro, 2020)*. Lo que muchas veces no se logra.

Menester, entonces es, indagar en diferentes escenarios académicos acerca de las emociones de las y los estudiantes y en el instante en que realmente se manifiestan *(Martínez-Sierra et al., 2016)*.

En este trabajo de investigación se buscó describir el desempeño académico de las y los estudiantes de la asignatura de Química, perteneciente al primer nivel de la Carrera Ingeniería Química de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional La Plata, durante distintos períodos con dos modalidades de cursadas, virtual y presencial, a partir de las calificaciones obtenidas, variable representativa de haber incorporado el conocimiento.

ISBN 978-987-47159-9-9

Siendo la primera, presencial sin y con promoción (exime a las y los estudiantes de rendir examen final), 2014 al 2019; a distancia debido al atroz evento sanitario vivenciado mundialmente y que obligó al aislamiento de la población y por extensión a las actividades académicas durante el lapso de dos años, 2020 y 2021 *(CEPAL, 2020)*; y la última en el regreso a las aulas, con la consecuente impronta adaptativa de las y los cursantes durante el 2022 y 2023.

La transmisión del conocimiento a distancia, de manera virtual, se realizó a través de la plataforma Zoom y el Campus Virtual Global (CVG) de la Universidad Tecnológica Nacional. Siendo este último un *"sistema de gestión de contenido educativo el cual integra sustantivamente las nuevas tecnologías a los procesos educativos aprovechando las potencialidades que éstas ofrecen" (UTN, 2018)*.

Por otra parte, donde se cita la modalidad presencial se hace referencia a la educación tradicional, en la que discente y docente, en gran parte del proceso y la actividad educativa, están en un momento determinado y en el mismo lugar; acción que puede estar complementada por las tecnologías de la información y comunicación *(García-Aretio, 2018; García-Aretio, 2020, García-Aretio, 2021)*.

No obstante, una característica a considerar al implementar ambas modalidades de educación, presencial y virtual, es la mejora continua del recurso y que, si bien el objetivo a cumplir es el mismo, el camino a recorrer es diferente. Se extrae de *Sangrá Morer (2002)*, *"cabe la reflexión sobre el hecho que los modelos virtuales no tendrán éxito si intentan replicar los modelos presenciales"* (p. 4).

Además de considerar que cuando se implementa la modalidad presencial se ha de tener en cuenta desarrollar un sistema tecnológico que tenga elevados posicionamientos de interactividad para el discente. Eso garantiza la conversión en verdadero conocimiento de la simple y exclusiva información recibida del recurso *(Sangrá Morer, 2002; Pérez Hernández, 2018; Mejía, et al., 2019; Véliz Salazar, 2021)*.

Habiendo expuesto las instancias educativas y sus diferencias se indica que la finalidad del presente trabajo de investigación fue el estudio comparativo del rendimiento de las y los estudiantes cursando en circunstancias de prepandemia, pandemia y postpandemia, durante el transcurso de diez años. Y en función de ellas y el resultado, reflexionar acerca de la gestión de las emociones. Transcribiendo a *Espinoza Rojas y Rivas Valdés (2020)*, *"de la frustración, la tolerancia, la paciencia y el entender que, aunque uno cree tener todo bajo control, en realidad nada depende completamente de nosotros y que hay factores que no podemos controlar. Que somos personas perfectas en nuestras imperfecciones y que aquello que me afecta a mí, nos afecta a todos, aunque a veces, de distintas maneras lo expresemos"* (p. 226).

2. MARCO CONCEPTUAL

El logro académico obtenido por las y los estudiantes es una de las variables de tipo cuantitativa, tratada como categórica, que mide el aprendizaje *(Edel Navarro, 2003)* y lo relaciona con determinados criterios para su evaluación *(Grasso Imig, 2020)*. Los mismos, han de estar planteados como contrato pedagógico con anterioridad a la instancia educativa.

Dentro de estos puede valorarse el saber, el saber ser y el saber hacer, que representan las condiciones actuales del aprendizaje centrado en el y la estudiante; vinculados tanto con la adquisición del conocimiento, su comprensión, aplicación mediante destrezas y/o habilidades y su socialización *(Pérez, 2012)*.

Proposición que nos dirige a la teoría de la enseñanza basada en competencias pensada en adquirir tanto conocimientos como habilidades, actitudes y valores consustanciados eficazmente al logro académico de la competencia correspondiente a la asignatura dentro del dominio de la profesión *(Reidl-Martínez, 2012)*.

Asimismo, convergen en la educación, procederes o actuaciones sociales, emocionales además de capacidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales y motoras; habilidades que posibilitan desempeñar adecuadamente una determinada tarea o actividad *(Marrero Sánchez et al., 2018)*.

Pues, de acuerdo con *Guillén Celis (2008)*, las y los docentes deben conducir su profesión sobre cuatro considerables pilares: *"Aprender a aprender, hacer, ser y convivir, así como a colaborar con los demás; a esto se le agrega una serie de valores que se consideran fundamentales en una sociedad y que el maestro debe intencionar en su práctica pedagógica: La solidaridad, el respeto, la responsabilidad, los derechos humanos, la defensa de la paz, el cuidado y preservación del medio ambiente, la tolerancia"* (p. 146).

ISBN 978-987-47159-9-9

Por otra parte, el desempeño académico manifiesta de manera explícita el conocimiento o saber que debe tener adquirido cada estudiante, tanto para aplicarlo diestra y hábilmente como para poder transmitirlo a sus pares, docentes y toda otra posible difusión en el enriquecimiento hacia la formación profesional.

Coincidimos con *Machado (2023)* que *"en el desafío de custodiar los procesos de enseñanza aprendizaje y verlos reflejados en la acreditación del conocimiento adquirido, por parte del estudiante, cualquier docente persevera en la correcta elección de recursos y herramientas pedagógico-didácticas más adecuadas para alcanzar lo planificado".* (p. 1).

3. METODOLOGÍA

De índole descriptiva, la presente investigación comparó el desempeño académico dentro de un marco teórico combinando procedimientos de obtención de la información y de análisis cuantitativo a grupos de la asignatura Química para la carrera de Ingeniería Química, durante los ciclos lectivos 2014 al 2023. Para ello se consideraron, como variables, las calificaciones finales en las diferentes condiciones de aprobación.

Cabe hacer mención, y considerar importante, el control de la variable docente transformándola en constante debido a que quienes dictaron la asignatura eran las mismas personas durante el período seleccionado; además de ser una de ellas la coordinadora de la cátedra, quien posee manifiesta experiencia en el dictado de ambas modalidades. Situación que impidió que ese dato perjudicara el resultado final.

Con el objetivo de realizar la presente investigación se tomó como muestra cada uno de los grupos cursantes de la asignatura en los ciclos citados.

Incluso, al comienzo de todos los años se efectúa una valoración diagnóstica de cada grupo en cualidades como: edad, sexo, residencia, estado/condición laboral; si bien no son propósito de este trabajo, son datos por utilizar en el futuro para ampliar el conocimiento.

Al concluir cada ciclo lectivo se valoró el rendimiento académico a partir del cálculo de la media aritmética de las calificaciones obtenidas en las existentes instancias finales que constituyen la evaluación de la asignatura.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de estudiantes que se inscribieron en la asignatura Química en los primeros años referidos fue muy similar, es decir, casi un número constante para el dictado de la asignatura, que no intercedió en el resultado final, porcentaje de aprobación promedio, TABLA I, FIGURA 1

TABLA I. *Cantidad de estudiantes inscriptos en los años de prepandemia, pandemia y pospandemia.*

	Presencial sin promoción			***Presencial con promoción***			***Distanciamiento social obligatorio***		***Retorno presencialidad***	
Ciclo Lectivo	***2014***	***2015***	***2016***	***2017***	***2018***	***2019***	***2020***	***2021***	***2022***	***2023***
Inscriptos/as	77	83	75	72	76	83	83	92	90	95



FIGURA 1. *Cantidad de estudiantes inscriptos/as en los años de prepandemia, pandemia y postpandemia.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Con relación a la cifra de aprobación final de la asignatura, las y los aprobados en forma directa (promoción) deben demostrar la adquisición del conocimiento alcanzando un valor de seis o mayor, resultado de haber alcanzado esa calificación en dos instancias de evaluación parcial; en tanto que las y los regulares deben alcanzar una calificación de cuatro o cinco en las mencionadas instancias y, finalmente, una nota de seis en la instancia evaluativa terminal. Las y los estudiantes libres, por otro lado, fueron quienes nunca se presentaron a rendir o abandonaron la asignatura durante el ciclo lectivo. Los resultados obtenidos se muestran en la TABLA II y FIGURA 2.

TABLA II. *Número de aprobados en las diferentes instancias.*

	Presencial sin promoción			***Presencial con promoción***			***Distanciamiento social obligatorio***		***Retorno presencialidad***	
Ciclo Lectivo	***2014***	***2015***	***2016***	***2017***	***2018***	***2019***	***2020***	***2021***	***2022***	***2023***
Inscriptos/as	77	83	75	72	76	83	83	92	90	95
Aprobación Regular	26	25	28	9	9	9	3	7	6	6
Aprobación Directa	0	0	0	14	14	16	15	13	14	14
Desaprobados/as	15	20	15	30	19	22	20	21	42	45
Libres	36	38	32	33	34	36	45	51	28	36

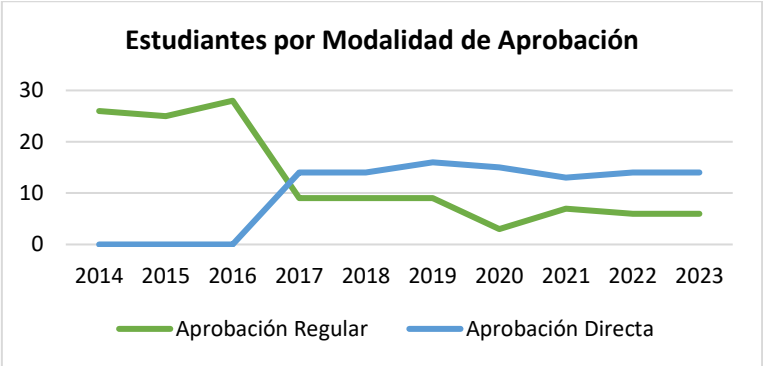


FIGURA 2. *Evolución de la cantidad de estudiantes por modalidad de aprobación.*

Además, puede observarse que las y los estudiantes prefieren la aprobación directa, demostrando una vez más el temor o descontento a la instancia final de aprobación regular, TABLA III y FIGURA 3.

TABLA III. *Porcentajes de aprobación, desaprobación y libres.*

	Presencial sin promoción			***Presencial con promoción***			***Distanciamiento social obligatorio***		***Retorno presencialidad***	
	2014	***2015***	***2016***	***2017***	***2018***	***2019***	***2020***	***2021***	***2022***	***2023***
% Aprobación Total	33,77	30,12	37,33	31,94	30,26	30,12	21,69	21,74	22,22	21,05
% Aprobación Regular	33,77	30,12	37,33	12,50	11,84	10,84	3,61	7,61	6,67	6,32
% Aprobación Directa	0,00	0,00	0,00	19,44	18,42	19,28	18,07	14,13	15,56	14,74
% Desaprobados/as	19,48	24,10	20,00	41,67	25,00	26,51	24,10	22,83	46,67	47,37
% Libres	46,75	45,78	42,67	45,83	44,74	43,37	54,22	55,43	31,11	37,89

Se deja aclarado que las y los estudiantes libres durante los años 2020 y 2021 fueron quienes NUNCA se presentaron a rendir en ninguna de las instancias de evaluación. Asimismo, durante ese período NO se computaron las inasistencias.

Finalmente, se aprecian los menores índices de deserción (libres) para los períodos 2022 y 2023, como consecuencia del retorno a la presencialidad luego de dos años de aislamiento social.

ISBN 978-987-47159-9-9

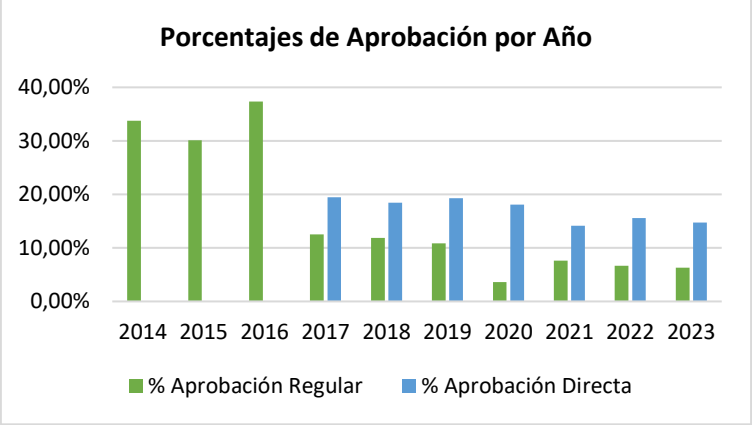


FIGURA 3. *Porcentajes de aprobación (regular y directa) para cada ciclo lectivo.*

En resumen, esta oscilación tiene una multiplicidad de factores, desde emocionales, técnicos, económicos, hasta sociales, y respecto de esto último, se concuerda con lo expresado por *Pérez Esclarín (1999)*, *"educar para el desarrollo de la inteligencia y la sensibilidad es enseñar al estudiante a pensar y a razonar, favoreciendo las condiciones para que construya el saber, es permitir la creación colectiva del conocimiento, a través del encuentro con el otro y con la cultura"* (p. 106).

De manera que la educación virtual tanto como la presencial tienen en su haber la diferencia del contacto social con los pares; estableciéndose el encuentro con el otro a distancia, y demostrando con la presencialidad el acervo social del aprendizaje. Por otra parte, y más específicamente, se revalorizaron diferentes propuestas de enseñanza y por extensión del logro del aprendizaje, desde las calificaciones, durante las tres instancias prepandemia, pandemia y postpandemia.

Según aduce *Galán Peñalva (2022)*, *"desde esta perspectiva la construcción de estadios de cronotopía escolar hace referencia al conjunto de percepciones, manifestaciones, circunstancias y producciones que ocurren y se manifiestan en una determinada realidad, en un tiempo y espacio, en este caso, a partir de una realidad social y escolar atravesada por la situación de pandemia"* (p. 11).

A partir de ese pensamiento, fue necesario analizar la praxis docente en la enseñanza antes de la pandemia, las modificaciones que hubo que realizar durante la misma para finalmente reconocer y determinar las particularidades y propiedades de una buena práctica de enseñanza.

A su vez, *Maggio (2018)* plantea que *"la enseñanza necesita que cada sujeto —estudiantes y docentes— viva esos momentos desde sus historias, experiencias y circunstancias y no como planificaciones didácticas que se aplican técnicamente. Revalorizar y explorar las experiencias sociales vividas posibilita ampliar la percepción sobre la enseñanza y las relaciones entre la institución educativa y la sociedad"* (p. 63).

Por supuesto estos tres escenarios educativos se vieron reflejados en los estudiantes y sus calificaciones; si bien el siglo XXI es una manifestación de lo digital, en la época de prepandemia las clases se dictaban en forma presencial; había un contacto directo entre el docente y el discente; las actividades prácticas y de laboratorio se realizaban en la institución educativa, es nuestro caso en la Facultad. Las clases de consulta y todo tipo de reunión se realizaba sin distancia de seguridad sanitaria y presenciales, tanto como las evaluaciones.

Y se coincide con *Luengo Gonzalez (2020) que "pasar de una presencialidad absoluta a una virtualidad forzada generó la apertura y la creación de nuevas alternativas de formación a desarrollar en pospandemia. Hoy que se regresó a la presencialidad en las aulas, se tendrían que retomar algunos aspectos, situaciones, miradas, y sentimientos que posibiliten sostener otras formas de enseñar, de aprender …"* (p. 104).

Y sobre todo de comunicación social y control de las emociones ya que al estudiante pospandemia se le dificultan; es así que prefiere la aprobación directa o por promoción demostrando el temor a la instancia final de aprobación regular, en su ponencia con el docente. Condicionando emocionalmente la transmisión o demostración del conocimiento adquirido o, el no saber expresarse.

ISBN 978-987-47159-9-9

5. CONCLUSIONES

Durante el período de pandemia y aislamiento obligatorio la realización de las actividades a través de recursos virtuales fue pedagógicamente beneficiosa porque permitió acceder a una herramienta con claras descripciones, fácil de usar, sin límite de tiempo e inclusiva; sin embargo, debe mencionarse que un gran porcentaje de estudiantes tenían preferencia por la realización de cursos presenciales, lo cual se refleja en el rendimiento académico.

Que prefieran la aprobación directa o por promoción demuestra una vez más el temor a la instancia final de aprobación regular, en su ponencia con el docente. Condicionando emocionalmente la transmisión o demostración del conocimiento adquirido o, el no saber expresarse. Una falencia que puede tener muchos orígenes, desde el expuesto, hasta el tener un restringido vocabulario por falta de lectura o por propia cultura.

Así, la fluctuación demostrada en el rendimiento académico de las y los estudiantes durante la época de prepandemia, pandemia y el retorno a la presencialidad, tiene una multiplicidad de factores, desde emocionales, técnicos, económicos, hasta sociales, y que por lo tanto resulta diferente para las y los que cursaron con modalidad presencial en comparación con quienes lo hicieron durante los dos años a distancia y en álgidas condiciones debido al aislamiento obligatorio.

Finalmente, y dentro de esa multiplicidad de factores, el docente debe acercarse a la/el estudiante con el objetivo de disminuir esa brecha que la/lo aleja del tan ansiado proceso de aprender y aprehender y que depende de la forma en qué, cómo, por qué y para qué se enseña Química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avello, I. Q. (2020). Covid-19 y cierre de universidades preparados para una educación a distancia de calidad. *Revista internacional de Educación para la Justicia Social*, *9(3)*, 1-11. Recuperado de https://revistas.uam.es/riejs/article/view/12232

Castro-Navarro, E. J., Beltran Mejía, J. y Miranda Viramontes, I. (2020). Emociones de estudiantes en clases online sincrónicas que tratan espacios vectoriales. *PARADIGMA*, *XLI*, 227–251. https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.0.p227-251.id890

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. Repositorio Institucional CEPAL.

Edel Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, *1(2)*, 0. Recuperado de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55110208

Espinoza Rojas, R. y Rivas Valdés, C. (2020). Procesos de enseñanza y aprendizaje en condiciones de emergencia sanitaria. Experiencias desde propuestas de educación alternativa. En S. Brito Rodríguez et al. (Eds.), *Intervención social y educativa en tiempos de pandemia* (203-232). Santiago, Chile. Editorial Aún creemos en los sueños.

Galán Peñalva, F. G. (2022). Cronotopos escolar y caracterización de las prácticas de enseñanza en docentes formadores de profesores: una construcción en tiempos de pre-pandemia, pandemia y pos-pandemia. *Cuadernos Universitarios, 15(15)*, 9-28. https://doi.org/10.53794/cu.v15i15.508

García Aretio, L. G. (2018). Blended learning y la convergencia entre la educación presencial ya distancia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *21(1)*, 9-18. https://doi.org/10.5944/ried.21.1.19683

García Aretio, L. G. (2020). Los saberes y competencias docentes en educación a distancia y digital: una reflexión para la formación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *23(2)*, 9-24. https://doi.org/10.5944/ried.23.2.26540

García Aretio, L. G. (2021). COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *24(1)*, 9-32. https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28080

Grasso Imig, P. (2020). Rendimiento académico: un recorrido conceptual que aproxima a una definición unificada para el ámbito superior. *Revista de Educación*, 0(20), 89-104. Recuperado de https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/4165/4128

Guillén Celis, J. M., (2008). ESTUDIO CRÍTICO DE LA OBRA: "LA EDUCACIÓN ENCIERRA UN TESORO". Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI, presidida por Jacques Delors. *Laurus*, *14(26)*, 136-167. Recuperado de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76111491007

Juárez Piña, Z. R. (2019). La Pedagogía del amor de Antonio Pérez Esclarín: Visión Axiológica de los Docentes de Educación Básica. *Revencyt*, 39, 177-188. Recuperado de https://revista.grupocieg.org/revista-cieg-no-39-septiembre-octubre-2019/

Luengo Gonzales, R. et al. (2020). Investigación en tiempos de pre-pandemia del covid-19. Reflexiones sobre la evolución de la investigación cualitativa hacia la "nueva normalidad". *Campo Abierto: Revista de Educación, 39(2)*, 101-105. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7529244

Machado, G. y Alvarez Dávila, M. (4–8 de junio de 2023). *Analysis of the academic performance of students during the pre- and post-pandemic periods* [Abstract]. 11th World Congress of Chemical Engineering, CABA, Argentina. https://www.wcce11.org/wc/initio.php

Maggio, M. (2018). *Reinventar la clase en la universidad*. Editorial Paidós, .

Marrero Sánchez, O., Mohamed Amar, R. y Xifra Triadú, J. (2018). Habilidades blandas: necesarias para la formación integral del estudiante universitario. *Revista Científica Ecociencia*, *5*, 1-18. https://doi.org/10.21855/ecociencia.50.144

Martínez-Sierra, G. y García-González, M. D. S. (2016). Undergraduate mathematics students' emotional experiences in Linear Algebra courses. *Educational Studies in Mathematics*, *91(1)*, 87-106. https://doi.org/10.1007/s10649-015-9634-y

Mejía, E. A., Ramírez-Sandoval, F. J. y Parada-Morado, L. (2019). Implementación del Modelo integral de acompañamiento virtual (MiaV) para la eficiencia de procesos de enseñanza. *Revista Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec Lerdo*, *1(5)*, 179-184. Recuperado de https://www.researchgate.net

Pérez, G. (2012). Estructura del desempeño idóneo. Saber hacer, saber conocer y saber ser en la formación por competencia. *Revista electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*, *7*(12), 169-181. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es

Pérez Esclarín, A. (1999). *Educar en el Tercer Milenio*. Editorial San Pablo, Caracas.

Pérez Hernández, J. (2018). Acercamiento al desarrollo de la educación a distancia. *Revista Vinculando*, *16(1)*. Recuperado de https://vinculando.org/

Pérez-López, E., Vázquez Atochero, A. y Cambero Rivero, S. (2021). Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *24(1)*, 331-350. https://doi.org/ 10.5944/ried.24.1.27855

Reidl-Martínez, L. M. (2012). Marco conceptual en el proceso de investigación. *Investigación educ. médica*, *1*(3), 146-151. Recuperado de http://www.scielo.org.mx

Sangrà Morer, A. (2006). Educación a distancia, educación presencial y usos de la tecnología: una tríada para el progreso educativo. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, *(15)*, a024. https://doi.org/10.21556/edutec.2002.15.541

UTN (1 de marzo de 2018). *Campus virtual global.* Recuperado de https://www.utn.edu.ar/index.php/es/secretaria-tic/servicios/tic-servicios/campus-virtual-global.

Véliz Salazar, M. I. (2021). *Buenas prácticas docentes en aulas virtuales de educación media superior* [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Aguascalientes]. Repositorio Institucional – Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1CqdT9knDA3QT4Td7EN1kNs2kK5x3JJsf/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.02

INCORPORACIÓN DE EVALUACIONES FORMATIVAS LUDIFICADAS Y ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO EN QUÍMICA ORGÁNICA II: LA IMPORTANCIA DE LA RETROALIMENTACIÓN

Viviana Loida Wright

Escuela Superior de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Morón (ESCEYN – UM), Morón, Buenos Aires, Argentina.
vivianalwright@gmail.com

Camila Di Genaro

Escuela Superior de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Morón (ESCEYN – UM), Morón, Buenos Aires, Argentina.
cami.digenaro@hotmail.com

Resumen

Esta propuesta pedagógica consiste en incorporar evaluaciones formativas ludificadas y actividades de seguimiento a la cursada de la materia Química Orgánica II de las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Ciencias Químicas. La misma tiene como objetivos: incrementar la motivación de los alumnos, conocer sus debilidades y fortalezas para retroalimentar los procesos de enseñanza y aprendizaje, favorecer la metacognición y la interacción colaborativa aprendiendo a partir del error. En este sentido, implementamos evaluaciones formativas ludificadas al finalizar el desarrollo de cada módulo de aprendizaje, utilizando la aplicación gratuita *Kahoot* y distintas actividades de seguimiento a resolver en pequeños grupos de alumnos, como: la elaboración de textos explicativos, informes, resolución de problemas, estudios de casos, etc. Los alumnos entregan estas actividades en la plataforma y se evalúan conceptualmente, con comentarios y acotaciones pertinentes. Esto permite que los alumnos monitoreen lo que están aprendiendo antes de llegar a las evaluaciones sumatorias, realizando ajustes y correcciones y disfrutando de los procesos de enseñanza y aprendizaje de manera significativa. Lo anteriormente mencionado fue manifestado por los alumnos a los docentes y además se han observado mejoras en los resultados de las evaluaciones parciales y finales de la materia.

Palabras clave: *evaluación formativa ludificada; retroalimentación; seguimiento; Química Orgánica; metacognición.*

1. INTRODUCCIÓN

Desarrollamos esta propuesta pedagógica durante el año 2023, la cual continúa actualmente, en la materia Química Orgánica II, correspondiente al tercer año de las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Ciencias Químicas. Nos preguntamos si realmente conocíamos con qué dificultades se encuentran nuestros alumnos durante la cursada, antes de llegar a las evaluaciones sumatorias y propusimos realizar evaluaciones formativas ludificadas al finalizar cada módulo de aprendizaje, utilizando la aplicación gratuita *Kahoot*. Entendiendo a estas evaluaciones como una oportunidad, cuyo propósito es que "(...) los alumnos pongan en juego sus saberes, visibilicen sus logros y aprendan a reconocer sus fortalezas y debilidades como estudiantes." (Anijovich, 2017, p. 13).

Además, incorporamos actividades de seguimiento: elaboración de textos explicativos; informes; resolución de situaciones problemáticas; estudio de caso; confección de un protocolo de síntesis orgánica, incluyendo las normas de higiene y seguridad y ejecución del mismo; etc. Los alumnos resuelven estas actividades en pequeños grupos, las entregan en la plataforma "Blackboard" y se evalúan conceptualmente agregando indicaciones, comentarios y acotaciones pertinentes.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. FUNDAMENTACIÓN

El fundamento de realizar estas evaluaciones procesuales es el de reunir y aprovechar información fiable para, sobre la base de ésta, retroalimentar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Gimber, 2014).

Al finalizar cada módulo de aprendizaje, realizamos las mencionadas evaluaciones ludificadas deteniéndonos en cada respuesta y propiciando la reflexión compartida ya que, el objetivo de la evaluación formativa es el de ofrecer orientaciones y sugerencias a cada uno de los estudiantes durante los procesos de aprendizaje, cuando todavía hay tiempo para mejorar algunos aspectos de dichos procesos (Anijovich, 2021).

Este diálogo se convierte en el camino por el cual los alumnos y docentes buscan la verdad y el valor del programa, construyendo desde la apertura, la flexibilidad y la actitud participativa, el conocimiento sobre la realidad educativa evaluada (Santos Guerra, 1995).

Estas evaluaciones procesuales nos permiten detectar debilidades y fortalezas del alumnado y planear nuevas estrategias, promoviendo una transformación en el rol docente, cuya función de seguimiento, brújula y andamiaje resulta fundamental (Quiroga, 2021).

La tarea de retroalimentar los avances en los procesos de los estudiantes es de suma importancia, no solo monitoreando actividades y tareas, sino también generando empatía con el alumno y propiciando una comunicación continua y oportuna; permitiendo supervisar su progreso y realizar ajustes en el desarrollo del proyecto formativo modificando estratégicamente las actividades propuestas, lograr ritmos de trabajo adecuados a los objetivos y favorecer la metacognición (Lozano y Burgos, 2008).

3. OBJETIVOS

- Evaluar la implementación de las evaluaciones formativas ludificadas, actividades de seguimiento y retroalimentación durante la cursada de Química Orgánica II.
- Favorecer la asimilación de los contenidos de la materia abordados en cada módulo de aprendizaje.
- Incrementar la motivación de los alumnos mediante el aprendizaje a través del juego, acudiendo a su interés por los dispositivos tecnológicos promoviendo su adecuada utilización.
- Conocer, de forma conjunta, las debilidades y fortalezas de los estudiantes y docentes para planear nuevas estrategias didácticas, en un marco de interacción respetuosa.
- Favorecer la metacognición, a partir de la toma de conciencia de los propios procesos de aprendizaje.
- Propiciar la autonomía y el aprendizaje activo de los estudiantes evitando que sean un mero receptáculo de información.

4. METODOLOGÍA

Los alumnos resuelven preguntas, confeccionadas estratégicamente por sus docentes, con respuestas de opciones múltiples y Verdadero/Falso utilizando sus teléfonos móviles al finalizar cada módulo de aprendizaje.

Docentes y estudiantes nos detenemos en cada respuesta, discutiendo las opciones, clarificando y reorganizando la información, valorando las fortalezas, explicitando los logros para favorecer la confianza, visibilizando las dificultades y haciendo sugerencias superadoras a los alumnos.

Sobre la base de estos resultados y prestando especial atención a las que el *Kahoot* informa como “preguntas difíciles”, revisamos y reformulamos las actividades de seguimiento propuestas: elaboración de textos explicativos; informes; resolución de problemas; estudio de casos; confección de un protocolo de síntesis orgánica, incluyendo las normas de higiene y seguridad y ejecución del mismo; etc., en el sentido de fortalecer los contenidos que presentaron más dificultades. Estas actividades realizadas en pequeños grupos, los alumnos las entregan en la plataforma “Blackboard” y se evalúan conceptualmente, con comentarios y acotaciones pertinentes.

Entendiendo este proceso como de diálogo, comprensión y mejora continua, que propicia la autonomía y el protagonismo de los estudiantes (Santos Guerra, 1995).

ISBN 978-987-47159-9-9

Cabe destacar que el estudio del caso propuesto, abordando contenidos de sales de diazonio y productos naturales y la elaboración del protocolo de síntesis orgánica y su ejecución, son evaluados con rúbricas que funcionan como guías detalladas explicitando las expectativas que se tienen sobre la actividad, reduciendo la subjetividad del docente y aportando transparencia. (Quiroga, 2021).

Para comparar algunos resultados de la incorporación de estas evaluaciones formativas ludificadas y actividades de seguimiento en Química Orgánica II tomamos en cuenta el rendimiento de los estudiantes, que si bien es afectado por una multiplicidad de factores, nos puede brindar información al respecto. Para esto, calculamos los promedios de las notas de primer y segundo parcial, incluyendo los recuperatorios de la cursada del año 2023 y los comparamos con las de la cursada del año 2018 (antes de la pandemia, para no tener que considerar sus efectos).

A modo de ejemplo, también incluimos algunos resultados obtenidos en las evaluaciones formativas ludificadas por los alumnos de Bioquímica en el año 2023, junto con “preguntas difíciles”, consideradas así por ser respondidas por un número muy reducido de alumnos o por ninguno, que nos brindan los informes de la aplicación.

Como la reflexión acción nos permite mejorar, modificar y/o transformar planteamientos que estructuran la acción y definir con claridad el problema especificando un plan de acción; durante la cursada analizamos los informes que brinda la aplicación *Kahoot* acerca del número de respuestas correctas y preguntas difíciles, para plantear nuevas estrategias didácticas.

Al finalizar la cursada 2023, espontáneamente los alumnos manifestaron que las evaluaciones formativas ludificadas incrementaron su interés y motivación para abordar los contenidos de la materia, ya que competían sanamente esperando el próximo desafío de *Kahoot*, del mismo modo expresaron que las actividades de seguimiento los impulsaron a ir estudiando los contenidos trabajados durante la cursada y que les resultaron muy útiles las correcciones y comentarios en la plataforma, para ir revisando sus errores. Además, observamos en las evaluaciones finales que los alumnos se presentan a rendir sin tantas dilaciones.

Para este año, se realizará una encuesta contemplando los mencionados criterios.

5. RESULTADOS

La TABLA I permite comparar y analizar los resultados de los promedios de las notas de los parciales, incluyendo los recuperatorios, del año 2023 con las del año 2018.

TABLA I. *Tabla comparativa del promedio de las notas de parciales de los años 2023/2018.*

Año 2023		*Año 2018*	
1° Parcial	6,75 (Turno Noche)	1° Parcial	4,3 (Turno Noche)
	6,64 (Turno Mañana)		4,26 (Turno Mañana)
2° Parcial	6,125 (Turno Noche)	2° Parcial	4,03 (Turno Noche)
	6,00 (Turno Mañana)		4,06 (Turno Mañana)

Aclaración: la misma profesora corrigió todos los parciales.

Observamos que los resultados obtenidos por los alumnos fueron mejores al incorporar las evaluaciones procesuales. También destacamos que los estudiantes se presentaron a rendir el final sin tantas dilaciones y con buenos resultados, ya que solo dos alumnos de los once que cursaron y regularizaron la materia en el año 2023 aún no se han presentado a rendirlo.

A modo de ejemplo, la TABLA II muestra algunos de los resultados obtenidos por alumnos de Bioquímica del año 2023 que utilizaron la aplicación *Kahoot*.

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA II. *Tabla con algunos resultados de la aplicación Kahoot de alumnos de Bioquímica del año 2023.*

Módulo de aprendizaje	*% respuestas correctas*		*Preguntas difíciles*
	Turno Mañana (TM)	*Turno Noche (TN)*	
Serie I (Repaso de Org I)	44%	44%	TM: El orden de estabilidad de los carbocationes, de menor a mayor estabilidad. Es: a) 3°, 2°, 1°; b) 2°, 1°, 3°; c) 1°, 2°, 3°; d) 3°. 2°, 1°. TN: El mecanismo de la SN1 se favorece en presencia de un solvente: a) apolar prótico, b) apolar prótico, c) polar aprótico, d) polar prótico.
Aminas	55%	50%	TM: ninguna TN: Las aminas aromáticas son más básicas que las alifáticas. Verdadero/ Falso.
Sales de diazonio	89%	88%	TM: ninguna TN: ninguna
Espectroscopía UV-Visible	61%	83%	TM: El grupo carbonilo aislado no absorbe en el UV-visible. Verdadero/Falso. TN: ninguna
Espectroscopía IR	90%	100%	TM: ninguna TN: ninguna
Heterociclos (1° parte)	74%	80%	TM: ninguna. TN: La sales de diazonio copulan con la piridina. Verdadero/Falso.

Sobre la base de los resultados obtenidos en estas evaluaciones formativas que, al ser ludificadas, incrementaron el interés y la motivación de los alumnos, realizamos ajustes y modificaciones en las actividades de seguimiento, intentando superar las debilidades. Propusimos la elaboración de textos explicativos, como, por ejemplo: “explica por qué los sustituyentes que activan la SEAr desactivan la SNuAr y viceversa”; “explica los fundamentos teóricos de la espectroscopía uv-visible”; “explica por qué los aldehídos y cetonas no dan SNu de acilo como los demás compuestos carbonilo”, etc.

También resolvieron grupalmente problemas de síntesis orgánica, completaron reacciones (si se producían), etc.; y un estudio de caso: “La silimarina”, abordando contenidos de sales de diazonio y productos naturales, que fue evaluado con una rúbrica según lo mencionado anteriormente. Observamos que los resultados en las preguntas de sales de diazonio del 1° parcial, fueron mejores que otros años.

Del mismo modo, los alumnos de Licenciatura en Ciencias Químicas confeccionaron el protocolo para la síntesis de 2,4- dinitrofenol a partir de 2,4- dinitro-1-clorobenceno, incluyendo las pautas de higiene y seguridad y ejecutaron, en el laboratorio, el mismo. Determinaron la pureza y el rendimiento del producto obtenido y plantearon mejoras en dicho protocolo. Cabe destacar, que se realizaron otros 14 trabajos prácticos de laboratorio en el año, en el sentido de continuar favoreciendo el aprendizaje por la práctica.

6. CONCLUSIONES

Consideramos que la incorporación de estas evaluaciones formativas ludificadas y actividades de seguimiento a la cursada de Química Orgánica II resulta enriquecedora porque favorece la metacognición, la autonomía, el aprendizaje activo y la formación en competencias de los estudiantes. Además, permite que los

ISBN 978-987-47159-9-9

docentes retroalimentemos los procesos de enseñanza y aprendizaje clarificando, reorganizando la información, resaltando los logros para favorecer la confianza, visibilizando las dificultades y planeando estrategias superadoras, evitando que el alumno sea un mero receptáculo de información, sino que participe activamente en la construcción conjunta del conocimiento.

Los estudiantes monitorean así lo que están aprendiendo, dan cuenta de sus errores y aprenden a partir de éstos, no sólo para llegar a las evaluaciones sumatorias mejor entrenados y habiendo tenido oportunidades de realizar correcciones y ajustes; sino disfrutando de los procesos, según ellos mismos nos manifestaron oportunamente.

La información que aportan estas evaluaciones procesuales, permite tener claridad sobre la trayectoria de los aprendizajes, favoreciendo la interacción entre pares, el estudio continuo y sostenido, la asimilación de contenidos y el aprendizaje a largo plazo.

La estrategia de ludificación es dinámica y motiva a los alumnos a jugar y seguir adelante en el cumplimiento de sus objetivos ya que, "(…) jugar en el aula no implica alejarse de la "realidad" de los contenidos teóricos de la materia, jugar no es una aproximación inútil sino todo lo contrario (…)" (Hernández Fernández, 2020, p. 107-118).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Cesar Micheli por contagiarnos su pasión por la Química Orgánica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.

Anijovich, R. y González, C. (2021). *Evaluar para aprender: Conceptos e instrumentos*. Aique.

Gimber, A. (24 de enero de 2014). *Seguimiento y retroalimentación en los procesos de evaluación.* https://www.ucm.es/opc/file/3-2014-01-24-seguimiento-y-retroalimentacion-en-los-procesos-de-evaluacion.

Hernández Fernández, A. (2020). Evaluar con juegos: Herramientas y métodos para una evaluación diversificada en la ludificación. *Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra*. Vol. 28.1, 107-118. https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372929/466570

Lozano, R. A. y Burgos, A. J. V. (2008). *Tecnología educativa en un modelo de educación a distancia centrado en la persona.* Limusa.

Quiroga, L. (25 de agosto de 2021). *El seguimiento a estudiantes: estrategias y herramientas para navegar escenarios combinados.* https://www.educ.ar/recursos/157230/el-seguimiento-a-estudiantes-estrategias-y-herramientas-para.

Santos Guerra, M. (1995). *La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora*. Ediciones Aljibe.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1a0dgYqUN2oWKUn4Q35KwpPKdByhqFc-L/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.03

LA MICROESCALA EN LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS UNIVERSITARIAS: LA EXPERIENCIA DE SU APLICACIÓN EN UNA CÁTEDRA DE ALIMENTOS

Ana Laura Pino

Cátedra de Química Verde, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL), Santa Fe, Argentina.
analaurapino@gmail.com

Rodrigo Forastieri

Cátedra de Química, Nutrición y Legislación de alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL), Santa Fe, Argentina.
rodrigoforas@gmail.com

María Ayelén Vélez

Cátedra de Probabilidad y Estadística, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL), Santa Fe, Argentina.
maria.ayelen.velez@gmail.com

Irma Verónica Wolf *

Cátedra de Química, Nutrición y Legislación de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL), Santa Fe, Argentina
vwolf@fiq.unl.edu.ar

Resumen

En la búsqueda de formar profesionales de la química con conciencia ambiental, desde las cátedras de Química, Nutrición y Legislación de Alimentos (QNLA) y de Química Verde (QV), de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), se realizó, en una primera etapa, una investigación, adaptación y comprobación estadística, de la factibilidad de cambiar a microescala, determinaciones experimentales tradicionales en el área de los alimentos. El análisis estadístico indicó que la reducción de la escala no afectó la confiabilidad de los valores obtenidos. En una segunda etapa, las metodologías adaptadas a microescala se implementaron en los trabajos prácticos con las y los estudiantes, en quienes se observó una recepción positiva de la propuesta y el desarrollo de competencias relacionados a las habilidades en el manejo de material de pequeño tamaño, en el aprendizaje reflexivo, y en el aumento del grado de conciencia en relación a la prevención de la generación de residuos y contaminación vinculados al ejercicio de la química.

Palabras clave: *microescala; química verde; química de alimentos; educación para la sostenibilidad; práctica experimental.*

1. INTRODUCCIÓN

En las experiencias prácticas de la química, se producen impactos ambientales a partir de la generación de contaminación y residuos, y en ello, la educación para la sustentabilidad juega un rol fundamental (UNESCO, 2023; Torres Espinosa y Castrellón Santa Anna, 2000).

La Química Verde (QV), y la aplicación de sus 12 Principios, propone un cambio de paradigma por su enfoque preventivo (Anastas y Warner, 1998). Una estrategia para lograrlo, es aplicar la técnica a microescala a las determinaciones experimentales, que implica menor uso de reactivos y la utilización de material de pequeño tamaño, contribuyendo de esta manera a prevenir la generación de residuos y de contaminación ambiental, a disminuir costos tanto de reactivos como de tratamiento de los mismos, y a disminuir riesgos de accidentes (Montagut et al., 2006; Villar et al., 2001). Por otra parte, la enseñanza en el ámbito educativo de la filosofía de

ISBN 978-987-47159-9-9

la QV y de su compromiso en la sustentabilidad se ha señalado como un recurso valioso para mejorar el aprendizaje, fomentar el pensamiento crítico, desarrollar la conciencia ambiental e incrementar la motivación en el alumnado (González *et al*., 2016; Mascarell Borreda y Vilches Peña, 2016; Martín Sánchez *et al*., 2017).

En este trabajo, se describe la experiencia de selección, adaptación y análisis estadístico de los resultados obtenidos al modificar la escala, de macro a micro, de cuatro determinaciones tradicionales en la química de los alimentos. Asimismo, se refieren sus efectos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, en las y los estudiantes de diferentes carreras de la FIQ, destinatarios de la propuesta.

2. OBJETIVOS

- Adaptar a microescala determinaciones analíticas aplicadas a alimentos (calcio, fósforo, vitamina C y sulfitos), y evaluar la factibilidad y el rigor científico del cambio de escala mediante un análisis estadístico.
- Implementar las técnicas a microescala en los trabajos prácticos de la cátedra de QNLA.
- Fomentar en el estudiantado conciencia ambiental y ética profesional en el ejercicio de la química.

3. METODOLOGÍA

De acuerdo a diversos criterios, se seleccionaron cuatro determinaciones analíticas de los trabajos prácticos de QNLA, y se realizaron experiencias previas para comprobar su adaptación a microescala, reduciendo cantidades de muestras y concentraciones de reactivos, y modificando las técnicas operatorias. Tanto para la escala macro como micro, se utilizaron muestras comerciales de leche, yogur, jugo y vino. Se realizó un estudio estadístico comparativo entre ambas escalas, calculando promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación, precisión (test de igualdad de varianzas) y valores medios (test *t* de Student) a un nivel de confianza del 95% (software R).

Se implementaron las técnicas optimizadas en los trabajos prácticos discutiendo con las y los estudiantes conceptos teóricos sobre la Química verde, sus 12 Principios, y los beneficios económicos y ambientales del cambio de escala, comparando cantidades, concentraciones, y/o volúmenes de muestras, reactivos y residuos generados en cada caso, a los efectos de tener una aproximación de los % de reducción de los mismos con la microescala. Se registraron los efectos en el aprendizaje que tuvo la implementación de la propuesta.

4. ADAPTACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES A MICROESCALA

Las determinaciones adaptadas a microescala fueron: análisis de calcio, de fósforo, de vitamina C y de sulfitos. A continuación, se describen las técnicas experimentales adaptadas a microescala, dado que las mismas no responden a procedimientos estandarizados.

4.1. Calcio en leche y en yogur por complejometría

4.1.1. Fundamento

Formación de un complejo entre el EDTA y el Ca presente en la muestra, y posterior titulación por retroceso con cloruro de calcio utilizando calceína como indicador (viraje del salmón a verde fluorescente) (FIGURA 1).



FIGURA 1*: Determinación de Ca en leche por complejometría (colores del indicador calceína antes de la titulación y en el punto final). Fuente: propia*

ISBN 978-987-47159-9-9

4.1.2. Técnica operatoria

4.1.2.1. Leche

Transferir 1 mL de leche en un Erlenmeyer de 50 mL. Agregar 20 mL de agua destilada, 2 ml de EDTA 0.05N, 1 mL de solución de KOH 8N y dos gotas de indicador calceína. Se debe observar la aparición de un color salmón en la solución. Colocar la solución de $CaCl_2$ 0.05 N en una microbureta de 5 mL y titular el EDTA en exceso hasta alcanzar un color verde definido y permanente. Realizar la titulación por triplicado y calcular el contenido de Ca de la leche en g/100 mL.

4.1.2.2. Yogur

Pesar 1 g de yogur y transferir a un Erlenmeyer de 50 mL. Agregar 20 mL de agua destilada, 2 mL de EDTA 0.05 N, 0.5 mL de KOH 8 N y dos gotas de calceína. Proceder con la titulación de modo similar que en el caso de la leche. Realizar la titulación por triplicado y calcular el contenido de Ca del yogur en g/100 g.

4.2. Fósforo en leche por espectrofotometría

4.2.1. Fundamento

Reacción del P inorgánico con el reactivo de molibdovanadato, dando un complejo amarillo cuya absorbancia se lee a 400 nm (FIGURA 2).

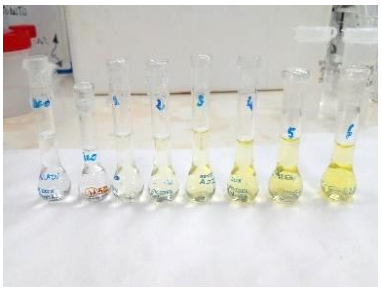


FIGURA 2: *Determinación de P en leche por espectrofotometría (colores del blanco y de distintas muestras). Fuente: propia*

4.2.2. Técnica operatoria

4.2.2.1. Obtención y disolución de las cenizas:

Colocar en un crisol de porcelana 1 mL de muestra y calentar en estufa a 100ºC durante toda la noche. Transferir el crisol a mufla a una T de 500-550ºC hasta obtener cenizas blancas o grises, libres de partículas carbonosas. Disolver las cenizas en HCL 10% v/v y trasvasar a matraces de 10 mL, llevando a volumen final con agua destilada. Sobre una alícuota de esta solución analizar el contenido de P.

4.2.2.2. Reacción de color y lectura de las absorbancias

Transferir 0.3 mL de la solución de cenizas a un matraz de 5 mL y adicionar 1 mL del reactivo de molibdovanadato llevando a volumen con agua destilada. Homogeneizar el contenido de los matraces y dejar en reposo (10 min/T ambiente). Paralelamente preparar un blanco de reactivos. Leer la absorbancia de las soluciones en un espectrofotómetro UV-VIS a 400 nm.

4.2.2.3. Curva de calibrado

Preparar soluciones patrones de P en un rango entre 0 y 10 µg/mL. Tomar de dichas soluciones las alícuotas correspondientes y realizar la reacción de color. Leer las absorbancias y construir la curva de calibrado realizando el ajuste por cuadrados mínimos.

Expresión de la curva de calibrado: **$A = 0{,}0363 + 0{,}0865 \times C$** **$R^2 = 0{,}999$**

Donde: A = absorbancia; C = concentración (µg/mL)

ISBN 978-987-47159-9-9

4.2.2.4. Cálculo y expresión de los resultados

A partir de la ecuación de la curva de calibrado y de las lecturas de absorbancia de las muestras y el blanco, calcular el contenido de P expresándolo en mg/100g.

4.3. Determinación de vitamina C en jugos por yodometría

4.3.1. Fundamento

Titulación redox de la vitamina C con yodo usando almidón como indicador (FIGURA 3).



FIGURA 3*: Determinación de vitamina C en jugos por yodometría (colores antes de la titulación y en el punto final). Fuente: propia*

4.3.2. Técnica operatoria

Se colocan 2,5 ml de los jugos comerciales de naranja en un Erlenmeyer de 50 mL y se adiciona agua para completar un volumen de aproximadamente 20 mL. Se adiciona 0,1 mL de HCl 15 % v/v y 2 gotas de engrudo de almidón. En una bureta de 10 mL se coloca la solución de yodo 0,002N. Se titula lentamente y agitando hasta viraje del almidón al color azul. Realizar la titulación por triplicado y calcular el contenido de vitamina C en jugos expresándolo en mg/100mL.

4.4. Determinación de sulfitos en vino blanco por el método de Ripper

4.4.1. Fundamento

Titulación del dióxido de azufre liberado en medio ácido con yodo utilizando almidón como indicador (FIGURA 4).



FIGURA 4: *Determinación de sulfitos en vino blanco por yodometría (colores antes de la titulación y en el punto final). Fuente: propia*

4.4.2. Técnica operatoria

4.4.2.1. Anhídrido sulfuroso total

En un Erlenmeyer de 50 mL se colocan 2,5 mL de solución de KOH 1 N y se agregan 5 mL de vino blanco con bolpipeta y 5 mL de agua destilada. Se mezcla, se deja en reposo 15 min y luego se agrega 1 mL de ácido sulfúrico 25 % v/v, gotas de engrudo de almidón y se titula con solución de yodo 0,005N valorada previamente

ISBN 978-987-47159-9-9

con tiosulfato de sodio 0,005 N. Realizar la titulación por triplicado y calcular el contenido de sulfitos totales expresándolo en mg SO_2/L.

4.4.2.2. Anhídrido sulfuroso libre

En un Erlenmeyer de 50 mL se colocan 5 mL de vino con bolpipeta y 5 ml de agua destilada. Se agrega 1 mL de ácido sulfúrico al 25 % v/v, gotas de engrudo de almidón y se titula con solución de yodo 0,002 N previamente valorada con tiosulfato de sodio 0,002 N. Realizar la titulación por triplicado y calcular el contenido de sulfitos libres expresándolo en mg SO_2/L.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados de los ensayos a macro y microescala y análisis estadístico

En el caso de las determinaciones analíticas por titulación, procedimiento de los más utilizados en cualquier laboratorio de química analítica, la clara determinación de su punto final es clave para la adaptación a microescala. En todos los ensayos, los virajes de los indicadores fueron nítidos.

A continuación, se presentan los valores individuales, promedios, desviaciones estándar (SD) y coeficientes de variación (CV) de los distintos ensayos llevados a cabo a macro y microescala para calcio (TABLA 1), fósforo (TABLA I), vitamina C (TABLA II) y sulfitos (TABLA III) en las muestras analizadas.

TABLA I: *Valores de Ca en leche y en yogur a macro y microescala*

Ca (mg/100mL) en leche		***Ca (mg/100g) en yogur***	
MACROESCALA	***MICROESCALA***	***MACROESCALA***	***MICROESCALA***
106.0	101.2	158.2	149.7
97.6	97.2	146.9	149.6
95.6	100.2	149.8	140.8
96.4	98.2	146.8	145.4
96.8	96.2	154.9	147.8
103.2	95.2	151.4	151.3
101.2	100.2	153.0	149.1
100.8	98.2	152.3	143.8
101.2	99.2	147.2	148.9
100.8	97.2	152.9	152.1
PROM.: 100.0	**PROM.: 98.3**	**PROM.: 151.4**	**PROM.: 147.9**
SD: 3.3	**SD: 1.9**	**SD: 3.5**	**SD: 3.3**
C.V.: 3.3	**C.V.: 1.9**	**C.V.: 2.3**	**C.V.: 2.2**

TABLA II: *Valores de P en leche y de vitamina C en jugos a macro y microescala*

P (mg/100mL)		***Vit C (mg/100mL)***	
MACROESCALA	***MICROESCALA***	***MACROESCALA***	***MICROESCALA***
85.5	84.9	41.8	44.2
84.9	83.7	40.0	43.3
83.5	82.9	41.0	40.8
82.7	82.2	41.8	42.5
83.7	81.7	43.6	39.9
84.5	83.4	42.3	43.1
85.1	84.6	39.3	41.2
83.2	82.7	43.8	44.3
PROM.: 84.1	**PROM.: 81.9**	**PROM.: 41.7**	**PROM.: 42.4**
SD: 0.9	**SD: 1.3**	**SD: 1.6**	**SD: 1.6**
C.V.: 1.1	**C.V.: 1.6**	**C.V.: 3.8**	**C.V.: 3.8**

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA III: *Valores sulfitos totales y libres en vino a macro y microescala*

Sulfitos totales (mg SO_2/L)		***Sulfitos libres (mg SO_2/L)***	
MACROESCALA	***MICROESCALA***	***MACROESCALA***	***MICROESCALA***
175.9	173.3	18.9	18.4
167.7	173.3	20.1	19.6
173.6	176.3	18.9	20.7
177.1	170.2	22.4	18.4
174.8	173.3	22.4	21.9
178.3	179.4	21.3	21.9
175.9	167.2	20.1	20.7
172.4	170.2	21.3	19.6
PROM.: 174.5	**PROM.: 172.9**	**PROM.: 20.7**	**PROM.: 20.2**
SD: 3.3	**SD: 3.8**	**SD: 1.4**	**SD: 1.4**
C.V.: 1.9	**C.V.: 2.2**	**C.V.: 6.8**	**C.V.: 6.8**

El test de igualdad de varianzas indicó que la precisión de ambas escalas resultó similar para todos los ensayos, obteniéndose p valores >> 0.05: 0.98 para Ca en leche, 0.98 para Ca en yogur, 0.78 para P en leche, 0.94 para vitamina C en jugos, 0.74 para sulfitos totales y 0.95 para sulfitos libres en vino.

La aplicación del test *t* de Student para todos los casos reveló, a partir del estadístico p, que no existieron diferencias significativas entre los valores medios de ambas escalas (p >> 0.05); los valores obtenidos fueron: 0.19 para Ca en leche, 0.99 para calcio en yogur, 0.26 para P en leche, 0.38 para vitamina C en jugos, 0.40 para sulfitos totales en vino y 0.48 para sulfitos libres en vino. De acuerdo al análisis estadístico, se evidencia entonces que es posible la reducción de la escala de trabajo sin afectar la calidad analítica de los resultados.

Cabe destacar, asimismo, que la disminución de la generación de residuos al realizar las experiencias a microescala, fue superior al 60 %. Por lo tanto, esta primera experiencia, invita a avanzar en este camino, sistematizando las experiencias para obtener porcentajes de reducción más precisos.

5.2. Implementación de las técnicas a microescala en las prácticas de QNLA

Ya en el laboratorio con las y los estudiantes, y previo a la realización de las experiencias, se desarrolló una breve introducción a la QV, presentándose la microescala como un recurso ambientalmente responsable. La implementación de los ensayos a escala reducida requirió de un período de adaptación que permitiera el desarrollo de habilidades en el manejo de material pequeño, el cual fue ampliamente superado, con la ventaja extra del cumplimiento de los principios de la QV: 1 (Prevención), al generarse menos residuos, y 12 (Química inherentemente segura para la prevención de accidentes) al aumentar la concentración y el cuidado en el manejo del material, y la minimización de riesgos por trabajar con menores cantidades de sustancias peligrosas (Pino, 2000). La FIGURA 5 muestra a las y los estudiantes realizando las experiencias prácticas a microescala.

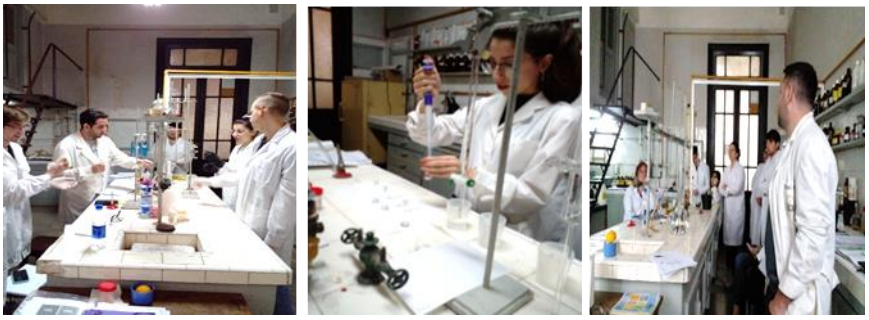


FIGURA 5: *Distintas instancias del desarrollo del TP a microescala. Fuente: propia*

El espacio de diálogo con las y los estudiantes, planteado como estrategia de aprendizaje participativo, y de pensamiento crítico, posibilitó reflexiones relacionadas a los beneficios económicos y ambientales del cambio de escala. Desde el punto de vista pedagógico, esta forma de ver y hacer la ciencia capta la atención del estudiante, muchas veces no consciente de la responsabilidad individual y colectiva en la generación de residuos.

ISBN 978-987-47159-9-9

Observamos que la reducción en la escala de trabajo es un elemento motivante en los alumnos, promueve una mayor concentración en el fenómeno, los hace más cuidadosos en la manipulación de reactivos y materiales y provoca un incremento en el ejercicio de su capacidad analítica (Torres Espinosa y Castrellón Santa Anna, 2000).

6. CONCLUSIONES

Hoy resulta imperativo incorporar una mirada de responsabilidad y ética ambiental en la formación de futuras y futuros profesionales de ciencias químicas, con el foco puesto en prevenir la contaminación, reducir la generación de residuos y disminuir los riesgos a la salud socio-ambiental, pilares de la QV, y enmarcados en una educación para la sustentabilidad. En este sentido, desde la cátedra de QNLA se adaptaron a microescala cuatro determinaciones tradicionales, reduciendo cantidades de muestra y concentraciones de sustancias químicas. La comparación de los resultados obtenidos a escala macro y micro, y su análisis estadístico, evidenció la permanencia del rigor científico, y la factibilidad del trabajo a microescala. La experiencia práctica en laboratorio de las técnicas ya adaptadas y probadas, resultó en la mejora en las habilidades técnicas en el laboratorio por parte del estudiantado, incrementando asimismo su concentración, su motivación y su conciencia ambiental. Apostamos a que esta primera experiencia sirva de inspiración a docentes de la química, para su aplicación e inclusión en los diseños curriculares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anastas, P. y Warner, J. (1998). Green Chemistry – Theory and Practice. England: Oxford Press.

González, P., Pérez, C. y Figueroa-Duarte, S. (2016). La enseñanza de la química desde la perspectiva de la química verde. *Revista científica, 24(1), 24-40.* https://www.redalyc.org/pdf/5043/504373195004.pdf

Martín Sánchez, M., Martínez Fabián, C., Águila Moreno, E. y Cáceres Muñoz, J. (2017). Habilidades y estrategias para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo. *Revista de Educación*, *2*(11), 21-40. https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/2169

Mascarell Borreda, L. y Vilches Peña, A., (2016) Química Verde y Sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *34*(2), 25-42. https://doi.org/10.5565/ rev/ensciencias.1688

Montagut, P., Nieto, E. y Sansón, C. (2006). Química Verde y microescala: por un futuro mejor. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (47), 86-94.

Pino, A. L. (2000). *Química Verde. Enfoque Sistémico*. Ediciones UNL.

Torres Espinosa, E. y Castrellón Santa Anna, J.P. (2000). Minimización del impacto ecológico empleando microescala en los laboratorios de enseñanza de Química. Química en microescala. *Educación en Química*, *11* (2), 262-265. https://doi.org/10.22201/ fq.18708404e.2000.2.66463

UNESCO (2023) ¿Qué es la educación para el desarrollo sostenible? UNESCO. https://www.unesco.org/es/sustainable-development/education/need-know

Villar, M del C., Rodríguez, M. y Mirabal, L. (2001). Adaptación de métodos de análisis a microescala para bebidas alcohólicas. Química en microescala. *Educación en Química*, *12* (2), 113-115. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2001.2.66357

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1aw9vV7VOm_0rhsJFRH3oi-YcuUXqUcbb/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.04

ESTUDIANDO QUÍMICA CON UN HILO CONDUCTOR: GASES DE EFECTO INVERNADERO

Karina Insinger

Ciclo Básico Común - Universidad de Buenos Aires (CBC - UBA), Universidad Nacional de Moreno (UNM), Buenos Aires, Argentina.

María Laura Pamparato

Ciclo Básico Común - Universidad de Buenos Aires (CBC - UBA), Departamento de Química, Universidad Nacional del Oeste (UNO), Buenos Aires, Argentina.
laupamparato@gmail.com

Cecilia D. Di Risio

Prof. Consulta Titular Ciclo Básico Común - Universidad de Buenos Aires (CBC - UBA), Buenos Aires, Argentina.

Resumen

Desde hace algunos años, lamentablemente, las actividades humanas están generando un aumento de la concentración de gases de efecto invernadero, provocando cambios en el clima de la Tierra, más allá de la variabilidad natural del mismo. Poder entender cómo los gases de efecto invernadero (GEI) están afectando y afectarán indefectiblemente en los próximos años nuestra vida, es fundamental. En esto la ciencia química nos permite asomarnos al mundo de los átomos, las moléculas y sus interacciones, acercándonos a entender cómo estos gases presentes en la atmósfera, son importantes en la vida, pero también pueden llevar a modificaciones climáticas extremas al desestabilizar el equilibrio natural. Es nuestra propuesta generar proyectos educativos enriquecedores y para ello proponemos usar como un hilo conductor los gases de efecto invernadero, responsables del cambio climático, a través de ejercicios y propuestas didácticas en un curso de química introductoria. En este trabajo se abordarán los temas de la primera parte de los contenidos mínimos, correspondientes a las primeras cinco unidades temáticas del curso.

Palabras clave: *Educación ambiental; química introductoria; interés social-científico-ambiental; cambio climático; GEI.*

1. INTRODUCCIÓN

Nuestra atmósfera es dinámica, fluye y es capaz de crear y destruir montañas y paisajes, nació con la tierra y fue cambiando su composición química con el transcurso del tiempo hasta nuestra atmósfera actual, aquella que hoy también cambia su composición, ya no por procesos naturales, sino por nuestra acción, esos que vivimos en su fondo.

Este cambio no natural en su composición está modificando sus propiedades fisicoquímicas, como, por ejemplo, el efecto invernadero. El efecto invernadero permite la vida en la Tierra como la conocemos y se basa en la capacidad de ciertos gases presentes en la atmósfera de retener parte de la radiación que proviene del espacio y es reflejada (como en un espejo) por la superficie de la tierra en el denominado efecto albedo. La troposfera abarca hasta aproximadamente entre 8 y 14 km dependiendo del lugar en la Tierra, en ella está contenida cerca del 80 % de la masa de toda la atmósfera y es donde ocurren los fenómenos como vientos, lluvias, nevadas, cambios de temperatura, etc. los cuales analizados estadísticamente es lo que denominamos y conocemos como clima.

De acuerdo a lo enunciado en el 6to Informe de Síntesis Cambio climático 2023 del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC):

> La quema de combustibles fósiles y el uso desigual e insostenible de la energía y las tierras durante más de un siglo han provocado un calentamiento global de 1,1 °C por encima de los niveles preindustriales. Como resultado, se han producido fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes e intensos que

ISBN 978-987-47159-9-9

> han generado impactos cada vez más peligrosos en la naturaleza y las personas en todas las regiones del mundo. (IPCC, 2023)

Poder entender cómo los gases de efecto invernadero (GEI) están afectando y afectarán indefectiblemente en los próximos años nuestra vida, es fundamental y nos brinda la comprensión necesaria para poder cambiar nuestras conductas. En esto la ciencia química nos permite asomarnos al mundo de los átomos, las moléculas y sus interacciones, acercándonos a entender cómo estos gases presentes en la atmósfera son parte importante de la vida, pero también pueden llevar a modificaciones climáticas extremas al desestabilizar el equilibrio natural.

2. FUNDAMENTACIÓN

¿Cómo podemos apropiarnos de estos contenidos de interés socio-científico-ambiental en un curso introductorio de química? ¿Por qué es relevante estudiar Química en este tema?

Muchas de las características químicas que hacen a los gases considerarse como gases de efecto invernadero, pueden trabajarse en el aula para acercar a los alumnos a lo más lindo de la ciencia química, como son el reconocimiento y la interpretación de las propiedades de las sustancias a través de las relaciones estructura-propiedad y su reflejo en lo conocido, en lo tangible, en lo que la ciencia y la sociedad discuten juntas, en este caso, la problemática del cambio climático.

Llevar al aula problemas reales, socioambientales como contexto de aprendizaje, favorece la alfabetización científica, la responsabilidad social, la toma de decisiones, el pensamiento crítico, la comprensión de nuevos conocimientos y que adquieran significado. Nuevos conocimientos adquieren sentido para los alumnos, más ricos, más complejos y válidos.

> En contextos en los cuales abunda la información, la enseñanza de las ciencias como producto debe enfocarse en que los estudiantes puedan otorgarle sentido a dicha información. Se trata de que puedan evaluar por qué un determinado concepto es importante, cómo se relaciona con otros, qué preguntas nuevas genera y, finalmente, que lo puedan utilizar para analizar situaciones nuevas, para resolver un determinado problema o tomar decisiones (Furman y de Podestá, 2004, p. 41).

3. OBJETIVOS

Nuestra propuesta didáctica consistirá en trabajar con contenidos científicos relevantes socialmente, que nos lleven a comprender e integrar distintos temas de la disciplina de manera armónica, utilizando como hilo conductor los gases responsables del efecto invernadero (GEI). Proponer espacios de influencia educativas eficaces en el aula, enseñar y aprender a ver fenómenos interesantes desde el punto de vista químico.

4. METODOLOGÍA

En este contexto, diseñamos actividades y propuestas didácticas para las unidades temáticas de la primera parte de los contenidos en las distintas series de ejercitación y estudio para un curso de química introductoria. Abordamos tanto con ejercicios y cuestiones ya existentes como con algunas nuevas propuestas generadas por las docentes, incluyendo explicaciones e investigaciones que se compartían en el aula a partir de consignas: ¿Cómo está formada la atmósfera? ¿Qué se entiende por cambio climático? ¿Cuáles son y qué relevancia tienen los gases llamados gases de efecto invernadero?

4.1 Actividades Propuestas

Compartimos algunos ejemplos de lo trabajado durante la experiencia educativa, donde se propone el tema en cada unidad, se investiga, se relaciona y se proponen actividades extraídas de la Guía de Estudio y Ejercitación de la cátedra, como el libro Química Básica (Di Risio), o actividades propuestas por docentes y/o alumnos, que den significado a la comprensión de la temática.

ISBN 978-987-47159-9-9

- **Unidad 1 - Materia, átomos y moléculas**

Nos preguntamos: ¿Por qué decimos que el aire es una mezcla homogénea? ¿Cómo se compone la tropósfera?

Entre todos llegamos a: químicamente, el aire es una mezcla de varios gases: dinitrógeno (N_2), dioxígeno (O_2) en mayor proporción, también Argón (junto con otros gases nobles) y otros gases entre los cuales se encuentran los gases de efecto invernadero: el dióxido de carbono (CO_2), el vapor de agua (H_2O), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) entre otros como los gases nobles en mucha menor proporción. FIGURA 1.



FIGURA 1. *Simulación de la composición de la atmósfera (imagen libre)*

Lo aplicamos y profundizamos con estas actividades: Clasificar las sustancias arriba mencionadas como simples o compuestas, responder: ¿Por qué los gases presentan densidades bajas? Además, realizar los ejercicios 2.17 y 2.24 de la Guía de Estudio y Ejercitación 2023 y los ejercicios 8 (capítulo 1) y 6 (capítulo 2) del libro Química Básica.

Lo trabajamos y relacionamos con los siguientes contenidos: Características y estados de la materia. Teoría cinética de la materia: nociones. Cambios de estado. Sistemas materiales: clasificación. Sustancias puras y mezclas.

- **Unidad 2 - Estructura atómica, estructura electrónica y Tabla Periódica**

Nos preguntamos: ¿Cómo están formados los GEI? ¿Qué elementos químicos los forman?

Entre todos llegamos a: los gases presentes en la atmósfera se forman a partir de elementos químicos diferentes, algunos son estables naturalmente, como los gases nobles, en cambio otros solo forman sustancias estables si se unen con otros átomos, formando moléculas.

Lo aplicamos y profundizamos con estas actividades: A partir de realizar la configuración electrónica de los elementos: carbono, oxígeno, nitrógeno y argón; analizar su estabilidad como átomos. Además, realizar los ejercicios 3.6 y 3.17 de la Guía de Estudio y Ejercitación.

Lo trabajamos y relacionamos con los siguientes contenidos: Estructura atómica. Estructura electrónica de los átomos. Tabla Periódica de los Elementos.

- **Unidades 3 y 4 - Enlaces Químicos y Fuerzas de atracción entre partículas y propiedades físicas de las sustancias**

Nos preguntamos: ¿Por qué los denominamos gases de efecto invernadero?

Entre todos llegamos a: estos gases tienen la capacidad de absorber y emitir radiación infrarroja, esta radiación es parte del calor que la tierra irradia hacia el exterior en forma de rayos infrarrojos y que es retenida (parcialmente) por estos gases, aumentando así la temperatura de la Tierra, ya que cuando el gas absorbe una

ISBN 978-987-47159-9-9

radiación, está absorbiendo la energía que ésta radiación transporta y esto incrementa su temperatura, debido al aumento de la vibración entre los átomos que conforman su molécula.

No todas las sustancias gaseosas presentes en nuestra atmósfera pueden absorber radiación infrarroja. Para que ello suceda, la molécula debe tener la posibilidad de generar un dipolo eléctrico en su estructura, lo que implicaría la aparición de una zona con densidad de carga negativa (polo negativo) y una zona con menor densidad electrónica (polo positivo). Algunas moléculas poseen estos dipolos de forma permanente, ya que se generan por la diferencia de electronegatividad de los átomos que forman un enlace con predominancia covalente, en otros casos, dada la simetría en la geometría de la molécula los dipolos se compensan y el resultado es una molécula no polar.

Tanto el dinitrógeno (N_2) como el dioxígeno (O_2) son sustancias elementales, por lo que sus moléculas se forman por la combinación de átomos un mismo elemento químico, de ese modo no presentan dipolos permanentes y no pueden absorber la radiación infrarroja, son "invisibles" a ella. Hay otras sustancias, como el dióxido de carbono (el más importante gas de efecto invernadero, tanto es así que es tomado como referencia), el vapor de agua, el metano y el óxido nitroso, que: o bien tienen polaridad permanente en sus moléculas o generan esta polaridad al modificar la simetría de su nube electrónica cuando realizan movimientos de vibración o flexión de sus enlaces. FIGURA 2.

Esta característica permite que la sustancia pueda absorber y emitir radiación infrarroja por lo que los hace gases de efecto invernadero, dicha energía no basta para causar reacciones químicas, pero sí para aumentar la energía de rotación y vibración de las moléculas, esta energía puede ser transmitida a otras moléculas debido a las colisiones resultando en un aumento de la temperatura del aire. De la misma forma, la atmósfera se enfría emitiendo radiación infrarroja cuando se producen las correspondientes transiciones de estado vibracional y rotacional en las moléculas a estados de menor energía.

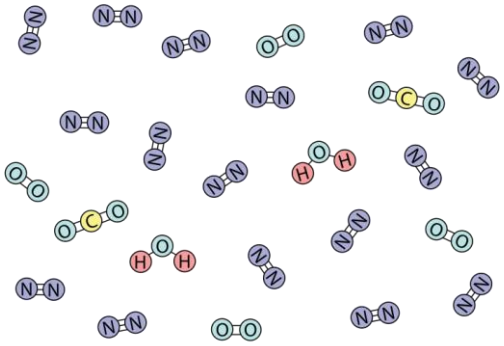


FIGURA 2. *Estructura molecular de los GEI. (imagen libre)*

Lo aplicamos y profundizamos con estas actividades: reconocer sustancias moleculares y sus enlaces, dibujar una estructura de Lewis para los gases mencionados ¿Todos cumplen la llamada regla del octeto? Predecir en base a la TRePEV la geometría de las moléculas e indicar cuales son moléculas polares. Además, realizar los ejercicios 4.5.b, 4.7.c, 4.19. b y 4.33 de la Guía de Estudio y Ejercitación y los ejercicios 3,12 y 15 (capítulo 6) del libro Química Básica.

Propuesta integradora: Una molécula de TX_2 tiene en total 22 protones y 22 neutrones. Un átomo de T tiene 6 electrones y uno de X tiene en su núcleo el mismo número de protones que de neutrones. Determinar si las moléculas de TX_2 son polares o no, justificando en base a la geometría molecular y a la polaridad de enlaces.

Lo trabajamos y relacionamos con los siguientes contenidos: Tipos de enlaces químicos. Enlaces covalentes simples y múltiples. Estructuras de Lewis. Características del enlace covalente: longitud, energía y polaridad. Estados de oxidación. Estructura tridimensional. Teoría de repulsión entre pares electrónicos de valencia. Geometría molecular. Polaridad de moléculas.

- **Unidad 5 - Magnitudes atómico-moleculares**

ISBN 978-987-47159-9-9

Nos preguntamos: A partir del trabajo en el aula con información extraída del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (2021), indagamos: ¿Cuáles son los principales GEI que emite nuestro país? ¿En qué proporción?

Entre todos llegamos a: si bien a nivel global nuestra región no tiene una emisión de gases GEI significativa, es relevante conocer los valores que corresponden a nuestro país. Según el Inventario Nacional del 2021, se emitió un total de 366 Mt de CO_2e (equivalente). El CO_2e considera la equivalencia entre los diferentes GEI y el CO_2 el cual es tomado como referencia, ya que todos los GEI no tienen el mismo potencial de calentamiento global. En nuestro país, los gases de efecto invernadero más relevantes son el CO_2, el CH_4, el N_2O y los denominados "Gases F" que incluyen los Hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) y el sector que más emitió fue el uso de energía.

La FIGURA 3 muestra las emisiones totales *y los gases por sector. Datos obtenidos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Argentina en 2021.*

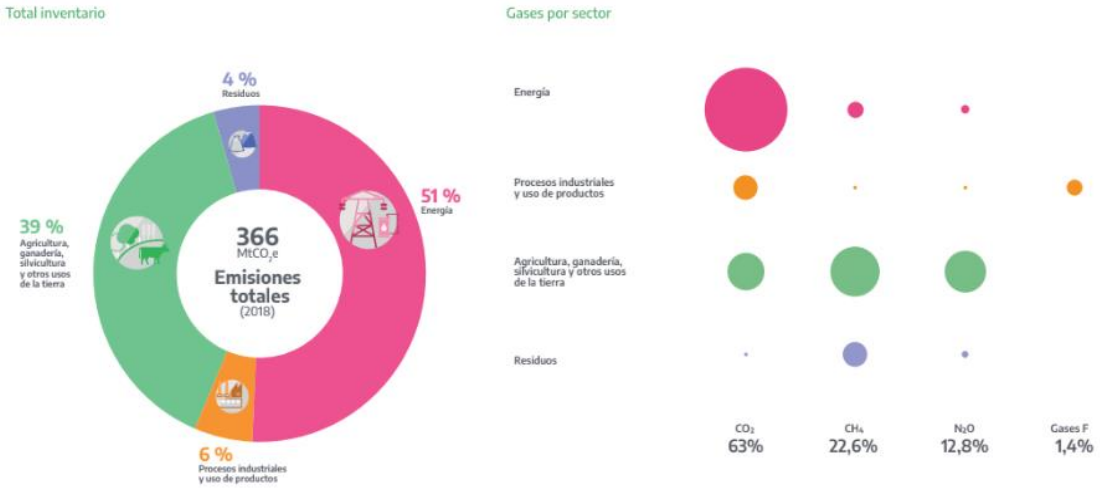


FIGURA 3. *Inventario total y Gases por sector. Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero: Argentina 2021.*

Lo aplicamos y profundizamos con estas actividades: resolver el ejercicio 5.2 de la Guía de Estudio y Ejercitación y el ejercicio 22 (capítulo 2) del libro Química Básica, además los siguientes ejercicios:

- La densidad del óxido nitroso (N_2O) a 1,00 atm y 25 °C es 1,98 g/dm^3, para dichas condiciones de presión y temperatura, calcular:
  a) El Volumen molar del óxido nitroso
  b) La cantidad de átomos de nitrógeno, en 2,50 dm^3 de la sustancia.
- Para cada afirmación indicar si es correcta o incorrecta: "Cantidades iguales de dióxido de carbono (CO_2), y óxido nitroso (N_2O) tienen…"
  a) "distinta cantidad de átomos de oxígeno"
  b) "distinta cantidad de átomos"
  c) "igual % en masa de oxígeno"

Propuesta integradora: A partir de los datos del inventario calcular las masas que representan la emisión de metano y óxido nitroso, para ello utilice el porcentaje de cada gas y la emisión total. Considerando que el efecto invernadero está relacionado con el número de moléculas presente en la atmósfera capaces de retener en parte la radiación infrarroja reflejada por la Tierra, calcule la cantidad y número de moléculas que corresponden a cada gas.

Lo trabajamos y relacionamos con los siguientes contenidos: Masa atómica y masa molecular. Cantidad de materia. Masa Molar y volumen molar. Constante de Avogadro.

ISBN 978-987-47159-9-9

4.2. Indagación sobre el avance en el aprendizaje

Para indagar la aceptación, el interés y el avance en la propuesta, tanto en los contenidos de la asignatura como en lo trabajado sobre la temática de cambio climático, se propuso una ejercitación integradora escrita en una comisión de alumnos correspondientes a la asignatura Química, Catedra Di Risio en la sede Moreno del Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires, este análisis corresponderá a una primera instancia de indagación. De las cinco comisiones con un total de 249 alumnos, se seleccionó la comisión 280501 la que consta de 50 alumnos inscriptos, a los cuales después de finalizar la cursada, se les propone en forma voluntaria la realización de la actividad. Vale aclarar que la ejercitación incluye contenidos básicos de química y consignas relacionadas a la temática ambiental (Ej. reconocer los GEI, explicar por qué se denominan GEI, etc).

5. RESULTADOS Y GRADO DE AVANCE

En la comisión seleccionada, de un total de 50 alumnos se obtuvieron 38 respuestas, mostrando un alto interés y predisposición por la propuesta (76 % optaron por realizarla). Al finalizar la cursada esta comisión tuvo un mejor rendimiento en los contenidos de química (parciales y finales) que las demás comisiones (56 % vs 32 %, 33 %, 37 % y 13 %). Se observa además que de los resultados de la ejercitación escrita propuesta un 42 % de respuestas de bien a muy bien y un 47 % de respuestas regulares y 11 % de respuestas incorrectas. Esto es un primer indicio de una posible mejora en el desempeño de los alumnos en su condición de acreditación final apoyada en las actividades realizadas durante la cursada.

Existen otros procesos asociados al cambio climático que pueden también ser abordados en contenidos de química de cursos universitarios: origen de los GEI a partir de combustibles fósiles (compuestos del carbono), solubilidad de este gas en los océanos acidificando, generando impactos en la vida marina (acidificación, pH). Nuestro equipo de investigación continuará trabajando y relacionando con los temas de la segunda parte del curso introductorio de Química y nuevas formas de evaluar los avances en los aprendizajes.

6.CONCLUSIONES

Los contenidos nos vinculan directamente con la disciplina, seleccionar contenidos científicos relevantes socialmente, regionalmente / globalmente y generar un hilo conductor entre las unidades didácticas (articulación vertical) y en el interior de cada unidad (articulación horizontal) nos otorga funcionalidad a los contenidos, favoreciendo la asimilación, comprensión y acomodación tanto de los conceptos ya trabajados como los nuevos, favorece la construcción interna de significado y su orientación social y externa, permite al alumno darle sentido al mundo que lo rodea.

> Los diseños efectivos para el aprendizaje nunca son el resultado de repetir las “mejores prácticas” ni de seguir una receta al pie de la letra. Siempre requieren un grado de invención, de interpretación y de adaptación por parte de docentes conscientes que están en sintonía con las demandas y las oportunidades particulares que les presenta su propia situación. (Wiske, 2006, pp.13-14)

Se espera poder continuar generando propuestas didácticas significativas con los contenidos trabajados en otras unidades curriculares de los cursos introductorios de Química Universitaria y poder avanzar en la evaluación de la propuesta y profundizar la evaluación de la propuesta en forma más integrada y con otros instrumentos de evaluación, por ejemplo, con el uso de rúbricas.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial a los alumnos que participaron activa y de manera entusiasta en el proyecto, y a nuestros colegas que nos acompañaron en el mismo.

ISBN 978-987-47159-9-9

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, E., Antonel, S., Bamonte, E., Bruno, J., Di Lella, S., Di Risio, C., Dos Santos, C., Frungieri, M., González Bardeci, N., Insinger, K., Lizarraga, L., Mañalich, V., Minaberry, Y., Sonego, J., Vaccaro, E., Vasquez, P., Veleiro, A. (2024). *Guía de Estudio y Ejercitación.* Educando.

Di Risio, C., Roverano, M. & Vázquez, I. M. (2018). *Química básica* (6a ed. Mejorada). Educando.

Furman, M. & de Podestá, M. E. (2024). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Aique.

IPCC (2023) Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

MAyDS (2022). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero: Argentina 2021*. https://inventariogei.ambiente.gob.ar/files/Booklet%20INGEI%202022%20digital.pdf

Wiske, E., Rennebohm, K., Breit, F., Breit, L. (2006). *Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías.* (pp.13-14). Paidós

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1K9Vxfjw9mzPsnaNIPH4zt7Whysel36n-/view

ISBN 978-987-47159-9-9

FISICOQUÍMICA "DE BOLSILLO": APLICACIÓN DE CELULAR PARA UNA PRIMERA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE ANTOCIANINAS VEGETALES

María Azul Cutrín

Departamento de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Sur (DIQ-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
macutrin@gmail.com

Victoria Carro

Departamento de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Sur (DIQ-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
victoriacarro2015@gmail.com

Bautista Rocha

Departamento de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Sur (DIQ-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
bautirocha@hotmail.com

Jaime Bayona Solano

Departamento de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Sur (DIQ-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
jaime.bayona@uns.edu.ar

Andrés Ciolino

Departamento de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Sur (DIQ-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
aciolino@plapiqui.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta un abordaje simple y efectivo para el estudio de la cinética de decoloración de extractos acuosos o alcohólicos de antocianinas de repollo morado (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) empleando un dispositivo de telefonía celular y la aplicación *Carolina® RGB Colorimeter*, disponible en la tienda digital de Google® Play. La propuesta surge como una alternativa a los experimentos de cinética química convencionales simplificando los procedimientos experimentales y la adquisición de datos. Los resultados experimentales obtenidos mostraron buena reproducibilidad en tiempos razonables, una variación significativa para el parámetro de color G en el tiempo y un comportamiento cinético que depende del solvente en el que se obtienen el extracto (de primer orden para el extracto alcohólico, y de orden cero para el extracto acuoso). Las experiencias que se presentan en este trabajo se proponen como una herramienta didáctica adecuada para introducir conceptos fisicoquímicos básicos en cursos introductorios de Química General o Fisicoquímica empleando procedimientos simples y efectivos.

Palabras clave: *extractos; antocianinas; celular; decoloración; cinética.*

1. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los cursos introductorios de Química o Fisicoquímica, los experimentos de cinética

ISBN 978-987-47159-9-9

involucran la preparación y el empleo de soluciones de diversos reactivos que, divididas en tubos de ensayos a concentraciones definidas, permiten determinar la velocidad y los órdenes de reacción a tiempos determinados a través de cambios visibles (por lo general, evolución de gas o cambios de color bien definidos) (Weiss y Touchette, 1990; Patterson et al., 2024). Si bien efectivos y ampliamente probados a lo largo del tiempo, estos procedimientos suelen ser tediosos y difíciles de implementar en cursos numerosos debido a que involucran grandes cantidades de reactivos y materiales específicos (como eudiómetros, espectrofotómetros o tubos de ensayos para cada experiencia en particular).

En los últimos años, los avances tecnológicos en el diseño de dispositivos de telefonía móvil favorecieron el desarrollo de aplicaciones diversas, como por ejemplo las que registran parámetros de color (Sun et al., 2021). Muchas han sido utilizadas como herramientas de laboratorio, ya que permiten emplear dispositivos móviles como equipos de medición funcionales y accesibles. Por ejemplo, la aplicación *Titration ColorDarts* se utilizó para determinar el punto final de titulaciones ácido-base empleando fenolftaleína como indicador (Rathod et al., 2019); la aplicación *Color Name AR* se empleó para determinar la dureza en diversas muestras de agua (Larkin et al., 2024); y la aplicación *Color picker and helper*, version 1.1.6 se usó para determinar concentraciones de acetominofeno en disolución (James y Honeychurch, 2024).

En muchas especies vegetales, el color observado en sus flores, frutos, tallos, hojas e incluso semillas se debe a la presencia de antocianinas, pigmentos hidrosolubles derivados de la familia de los flavonoides (Enaru et al., 2021). Debido a sus características y propiedades, su extracción y estudio constituyen una excelente oportunidad para diseñar estrategias didácticas simples que permiten explicar conceptos fisicoquímicos abordados desde un punto de vista científicamente accesible (Lech y Dounin, 2011; Paul et al., 2023; Keiller et al., 2023; Kajiya, 2024).

En este trabajo se presenta el estudio de la cinética de decoloración de extractos acuosos o alcohólicos de repollo morado empleando metabisulfito de sodio como agente decolorante, un teléfono celular y la aplicación *Carolina® RGB Colorimeter* como dispositivos de medición. La actividad se propone como un enfoque alternativo para el estudio y profundización de conceptos de cinética química en cursos introductorios de Química o Fisicoquímica, empleando protocolos accesibles y de baja complejidad. El registro y posterior análisis de los datos experimentales se facilita por el empleo de dispositivos de telefonía móvil, una estrategia efectiva y familiar para los estudiantes cuyos alcances y beneficios ya han sido evaluados y reportados en la literatura correspondiente (Uribe-Guerrero y Acosta-Mesa, 2023; Hernández Valdepeña et al., 2024).

2. MATERIALES Y METODOLOGÍA

2.1. Materiales

El repollo morado (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) se adquirió en una verdulería local. Se empleó metabisulfito de sodio (Cicarelli, Argentina) como agente decolorante e isopropanol (QB, Argentina), agua destilada (producida en el laboratorio) y ácido acético glacial (Cicarelli, Argentina) como solventes para obtener los extractos alcohólico y acuoso ácido, respectivamente. Para registrar los datos cinéticos se empleó un dispositivo Samsung®SM A145M y la aplicación *Carolina® RGB Colorimeter* disponible en la tienda digital de Google®.

2.2. Obtención de extractos

Se utilizaron aproximadamente 55 g del vegetal trozado sumergidos en 200 mL de disolución acuosa de ácido acético al 4% v/v. La mezcla se dejó en agitación constante durante 30 minutos. Pasado este lapso de tiempo, el sobrenadante obtenido se filtró en forma convencional para obtener un extracto acético de intenso color rojo. Del mismo modo se procedió para obtener el extracto alcohólico, de intenso color violeta, empleando 200 mL de alcohol isopropílico.

2.3. Cinética de decoloración

Las reacciones de decoloración se realizaron sobre los extractos sin tratamientos previos (se sugiere realizar las experiencias inmediatamente después de obtenerlos ya que el extracto isopropílico, a diferencia del acético, mostró una estabilidad menor en el tiempo). Como recipiente de reacción se utilizó una caja de Petri de

ISBN 978-987-47159-9-9

laboratorio, de 10 cm de diámetro, en la que se depositaron 20 mL del extracto a decolorar y una tapa pequeña (≅ 2 cm^3 de capacidad) conteniendo aproximadamente 250 mg de metabisulfito de sodio. El dispositivo experimental empleado puede apreciarse en la FIGURA 1.

Antes de iniciar la reacción de decoloración se determinaron los parámetros de color R (rojo), G (verde) y B (azul) del extracto en estudio (Ibraheem et al., 2012), empleando la aplicación *Carolina® RGB Colorimeter*. Para ello, a un soporte universal se adosó, a una altura determinada, un aro para ajustar embudos y se ubicó el dispositivo de telefonía móvil sobre ese aro. Se inició la aplicación y se verificó que la cámara del dispositivo proyectara una placa de teflón (de 15 cm x 15 cm) empleada como fondo. Sobre esa placa se ubicó la caja de Petri con el extracto de estudio. En estas condiciones se registraron los valores iniciales de los parámetros de color R, G y B del extracto. Una vez registrados los parámetros de color iniciales (y con la ayuda de una micropipeta), se agregó 1 mL de ácido clorhídrico concentrado sobre el metabisulfito de sodio. Inmediatamente, se tapó la caja de Petri para que el dióxido de azufre gaseoso generado en la reacción saturase la atmósfera y decolorase el extracto en estudio. Se registró la variación en el tiempo de los parámetros de color R, G y B del extracto estudiado empleando un cronómetro Tressa® Crono10B. Las experiencias se realizaron por triplicado para recopilar datos representativos.

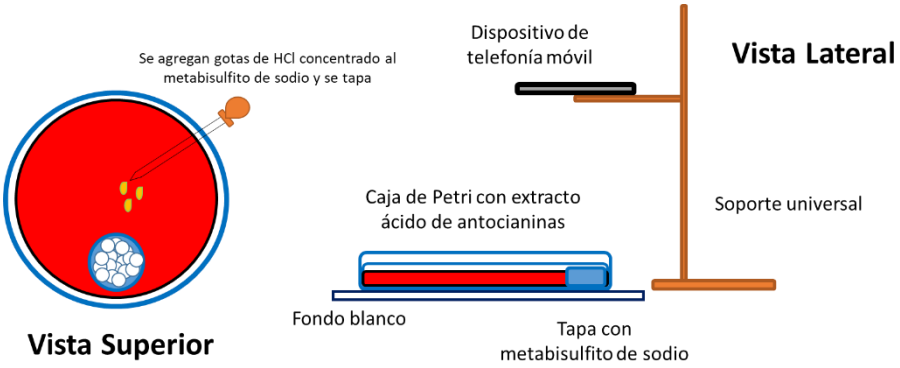


FIGURA 1. *Esquema del dispositivo experimental empleado para realizar las experiencias de decoloración de extractos ácidos o alcohólicos de antocianinas de repollo morado.*

2.4. Análisis de resultados

La ecuación cinética integrada para la velocidad de la reacción se determinó evaluando la apariencia de las curvas al graficar $[C]_t$ vs *t* (para cinéticas de orden cero), $ln\ ([C]_t)$ vs *t* (para las de primer orden) y $^1/_{[C_t]}$ vs *t* (para las de segundo orden).

El término $[C]_t$ se define según la ecuación (1) que se muestra a continuación:

$$[C]_t = -log\left(\frac{X_t}{\overline{X_\infty}}\right) \quad (1)$$

donde $[C]_t$ es la concentración de antocianinas en el tiempo t; X_t es el valor del parámetro R, G ó B medido al tiempo t; y $\overline{X_\infty}$ es el valor promedio del parámetro en cuestión considerando un tiempo lo suficientemente grande como para asumir que la reacción de decoloración alcanzó su máximo avance (Logan, 1999).

El mejor ajuste lineal de las curvas obtenidas se tomó como parámetro de decisión para determinar el orden cinético de la reacción. Los resultados de las experiencias se analizaron estadísticamente (Anova de un factor, p > α = 0,05), empleando la herramienta Excel® 16.0 del paquete Office® de Microsoft®.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por efecto de la acidez del medio, el metabisulfito de sodio se descompone liberando dióxido de azufre gaseoso. Este gas tiene la particularidad de solubilizar en agua formando el anión hidrógenosulfito, un nucleófilo capaz de adicionarse al ion flavilio presente en disoluciones de extractos vegetales ricos en antocianinas. Esta

ISBN 978-987-47159-9-9

reacción fue empleada por Keiller y col. con fines cualitativos para producir una "tinta invisible" a partir de extractos de repollo morado (Keiller et al., 2023). Teniendo en cuenta antecedentes previos (Knutson et al., 2015; Nalliah, 2019), en este trabajo se adaptó la estrategia de Keiller y col. para evaluar la cinética de decoloración de extractos acuosos o alcohólicos de repollo morado empleando un teléfono celular como dispositivo de medición, teniendo en cuenta las sugerencias reportadas en trabajos publicados con objetivos similares. Esta estrategia se considera efectiva para introducir conceptos fisicoquímicos básicos (tales como extracción de principios activos, color y decoloración, solventes selectivos y cinética de reacción) aplicables a cursos introductorios de Química General o Fisicoquímica. Para ello y a partir de la aplicación, se registraron las variaciones de los parámetros de color R, G y B iniciales de ambos extractos. Luego, se registraron esos valores al ser expuestos a una atmósfera saturada de dióxido de azufre. Se observó que el parámetro de color G (verde) era el más variable en el tiempo, mientras que los valores de los parámetros R (rojo) y B (azul) mostraban diferencias menores.

Las TABLAS I y II muestran los resultados experimentales obtenidos en el estudio de cada extracto.

Tabla I. *Resultados experimentales obtenidos para el parámetro de color G en la reacción de decoloración del extracto isopropílico (violáceo) de antocianinas de repollo morado con metabisulfito de sodio.*

t (s)	X_t	$\overline{X_\infty}$	$\overline{X_t} \pm s$	C_t	$ln(C_t)$	$\frac{1}{C_t}$
0	94; 109; 103	171	102 ± 8	0,224	− 1,49	4,46
5	110; 109; 110		110 ± 1	0,193	− 1,65	5,18
10	105; 111; 115		110 ± 5	0,190	− 1,66	5,26
15	116; 118; 121		118 ± 3	0,160	− 1,83	6,25
20	128; 126; 122		125 ± 3	0,135	− 2,00	7,41
25	138; 140; 130		136 ± 5	0,0990	− 2,31	10,1
30	141; 150; 143		145 ± 5	0,0730	− 2,62	13,8
35	145; 152; 136		144 ± 8	0,0740	− 2,61	13,6
40	146; 154; 145		148 ± 5	0,0620	− 2,79	16,2
45	150; 155; 152		152 ± 3	0,0500	− 2,99	19,9
50	152; 155; 158		155 ± 3	0,0430	− 3,15	23,4
55	158; 159; 166		161 ± 4	0,0260	− 3,64	38,2

t: tiempo. $\overline{X_t} \pm s$ refiere al valor promedio del parámetro G (verde) ± desvío estándar. El parámetro C_t se definió anteriormente en la ecuación 1.

Tabla II. *Resultados experimentales obtenidos para el parámetro de color G en la reacción de decoloración del extracto acético (rojizo) de antocianinas de repollo morado con metabisulfito de sodio.*

t (s)	X_t	$\overline{X_\infty}$	$\overline{G} \pm s$	C_t	$ln(C_t)$	$\frac{1}{C_t}$
0	93; 90; 84	157	89 ± 5	0,247	− 1,40	4,06
10	102; 95; 90		96 ± 6	0,215	− 1,54	4,65
20	106; 102; 91		100 ± 8	0,197	− 1,62	5,07
30	109; 107; 100		105 ± 5	0,173	− 1,75	5,77
40	113; 110; 114		112 ± 2	0,145	− 1,93	6,88
50	117; 115; 130		121 ± 8	0,114	− 2,17	8,75
60	124; 124; 138		129 ± 8	0,0860	− 2,45	11,6
70	140; 135; 147		141 ± 6	0,0480	− 3,04	21,0
80	146; 145; 153		148 ± 4	0,0260	− 3,66	39,0
90	149; 149; 155		151 ± 3	0,0170	− 4,08	59,1
100	155; 151; 157		154 ± 3	0,00700	− 4,90	134
110	157; 154; 157		156 ± 2	0,00300	− 5,89	360

t: tiempo. $\overline{X_t} \pm s$ refiere al valor promedio del parámetro G (verde) ± desvío estándar. El parámetro C_t se definió anteriormente en la ecuación 1.

ISBN 978-987-47159-9-9

Del análisis de las diferentes curvas para las ecuaciones cinéticas integradas se extrajeron las siguientes conclusiones. Para el extracto isopropílico, la curva que proporciona el mejor ajuste lineal es la gráfica de $ln(C_t)$ vs *t* (FIGURA 2). Por su parte, la gráfica de C_t vs *t* es la que presenta el mejor ajuste lineal para el extracto acético (FIGURA 3).

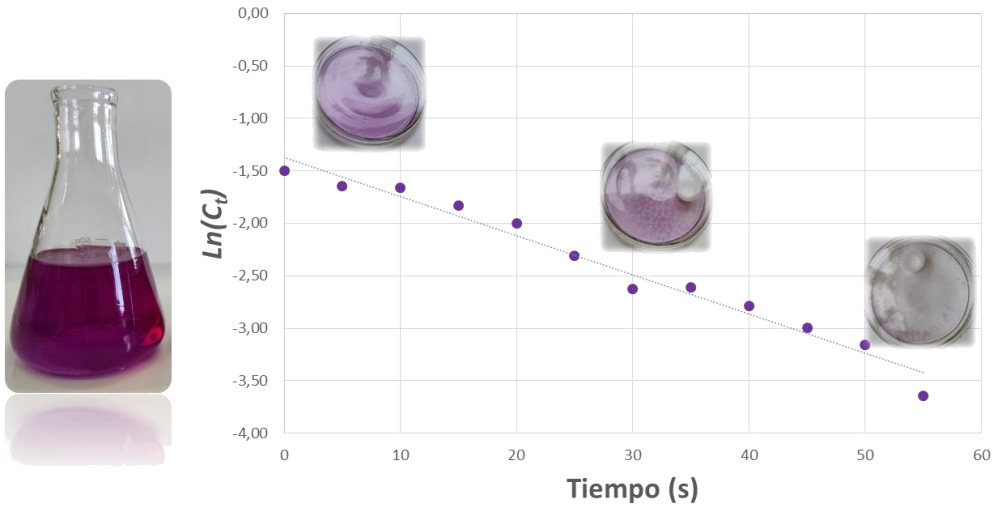


FIGURA 2. *Resultados experimentales para la cinética de primer orden para la reacción de decoloración del extracto isopropílico de repollo morado por efecto de metabisulfito de sodio (R^2 = 0,9728). A la izquierda de la figura puede apreciarse el extracto original (de color violeta) empleado en el estudio.*

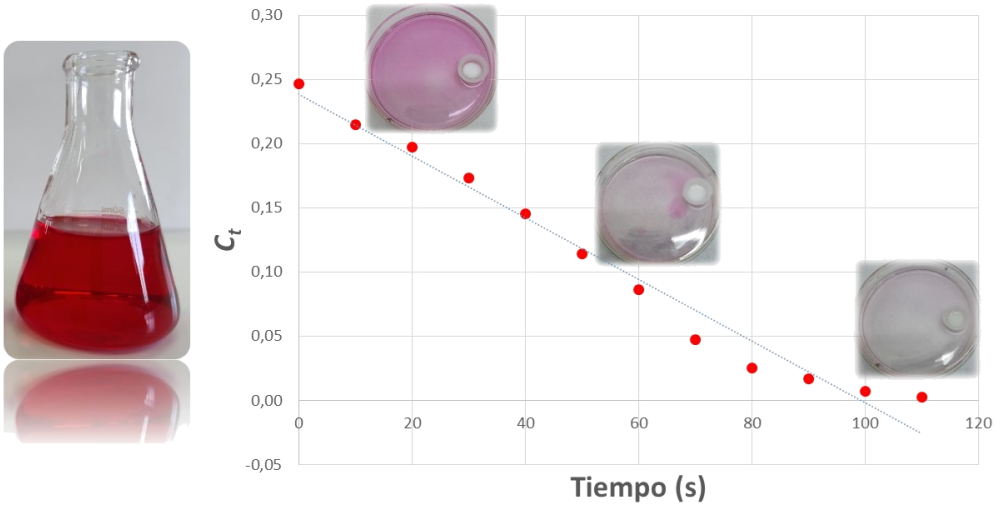


FIGURA 3. *Resultados experimentales para la cinética de orden cero para la reacción de decoloración del extracto acético de repollo morado por efecto de metabisulfito de sodio (R^2 = 0,9750). A la izquierda de la figura puede apreciarse el extracto original (de color rojo) empleado en el estudio.*

Se observa que, para los tiempos de reacción estudiados, la decoloración es rápida en ambos extractos. Hasta los 80 s, la gráfica de C_t vs *t* para el extracto acético se muestra perfectamente lineal, alejándose un poco de la tendencia en los últimos valores registrados. Por su parte, la gráfica de $ln(C_t)$ vs *t* obtenida para el extracto isopropílico sugiere una tendencia lineal relativamente persistente en el tiempo. Si bien los ajustes muestran

valores del coeficiente de determinación R^2 altos para ambos extractos, pueden inferirse mecanismos de reacción complejos. Entre los factores que podrían explicar su complejidad podrían mencionarse la naturaleza heterogénea de la reacción de decoloración (gas liberado que debe difundir y reaccionar/hidrolizar en la disolución); mecanismos de reacción que involucren diversos pasos; y/o dependencia de otros factores (como temperatura o agitación, por ejemplo). No obstante, la similitud de valores entre las réplicas estudiadas (corroborada por Anova de un factor, $p > \alpha = 0,05$) permiten inferir que la experiencia propuesta constituye una aproximación aceptable para el inicio del estudio de la cinética de decoloración de los extractos vegetales analizados.

4. CONCLUSIONES

Se estudió la cinética de decoloración de extractos alcohólicos o acuosos de repollo morado, empleando metabisulfito de sodio como agente decolorante y un dispositivo de telefonía celular y una aplicación específica como instrumento de medición. Las experiencias realizadas mostraron buena reproducibilidad en tiempos razonables, una variación significativa para el parámetro de color G en el tiempo y una cinética de primer orden para el extracto alcohólico, mientras que para el extracto acuoso la cinética observada resultó ser de orden cero. Las actividades presentadas se consideran propuestas simples y efectivas para introducir conceptos fisicoquímicos tales como extracción de principios activos, color y decoloración, solventes selectivos y cinética de reacción, aplicables estos en cursos introductorios de Química General o Fisicoquímica. El empleo del teléfono celular como instrumento de medición resulta no sólo práctico y funcional al momento de registrar datos, sino también una estrategia didáctica que permite abordar conceptos relativamente complejos empleando la ayuda de instrumentos de uso habitual, siendo una alternativa a los experimentos de cinética química convencionales simplificando los procedimientos experimentales y la adquisición de datos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Sur (UNS) y al Departamento de Ingeniería Química (DIQ) por el apoyo recibido (tanto económico como humano), reactivos, materiales y espacios de trabajo adecuados para llevar adelante las actividades descriptas. También se agradece la colaboración brindada por los encargados de laboratorios, Sra. Gabriela Martínez Ipucha y Lic. Miguel Nievas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Enaru, B., Dreţcanu, G., Daria Pop, T., Stănilă, A. y Diaconeasa, Z. (2021). Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation. *Antioxidants, 10*(12), 1967. https:// doi.org/10.3390/antiox10121967

Hernández Valdepeña, M., Sandoval Guillén, B. y Bermúdez García, E. (2024). Implementación de una secuencia didáctica a distancia para cuantificación de almidón en alimentos por espectrofotometría. *Educación Química, 35*(2), 3-17. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.2.86394

Ibraheem, N., Mokhtar, H., Khan, R. y Mishra, P. (2012). Understanding Color Models: A Review. ARPN *Journal of Science and Technology, 2*(3), 265-275. https://haralick.org/DV/understanding_color_models.pdf

James, H. y Honeychurch, K. (2024). Digital Image Colorimetry Smartphone Determination of Acetaminophen. *Journal of Chemical Education, 101*(1), 187-196. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00659

Kajiya, D. (2024). Dyeing Cloth Green Using Red Onion Skin: A pH-Responsive Dye and Aluminum-Ion Complex. *Journal of Chemical Education, 101*(3), 1241-1247. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01223

Keiller, L., Patterson, L., Stewart, D. y Smellie, I. (2023). A Simple and Inexpensive Invisible Ink System Based on Red Cabbage Extracts. *Journal of Chemical Education, 100*(3), 1398-1403. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01032

Knutson, T., Knutson, C., Mozzetti, A., Campos, A., Haynes, C. y Penn, R. A Fresh Look at the Crystal Violet Lab with Handheld Camera Colorimetry. *Journal of Chemical Education, 92*(10), 1692-1695. https://doi.org/10.1021/ed500876y

Larkin, E., Ahn, D., Ahn, N., Alzarooni, F., Busaibe, Y., Yeong Cho, S., Lee, S., Madani, B., Mun, J., Quirós-Canales, K., Rabeh, N., Raef, Z., Shen, Y., Shupac, M., Villanueva, A. y Pergantis, S. (2024). Modernizing Titrations in the Undergraduate Laboratory: No More Burets and End Point Confusion, Just a Top-Loading Balance and a Smartphone. *Journal of Chemical Education, 101*(2), 438-447. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00799

Lech, J. y Dounin, V. (2011). JCE Classroom Activity #110: Artistic Anthocyanins and Acid-Base Chemistry. *Journal of Chemical Education, 88*(12), 1684–1686. https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed1011647

Logan, S. (1999). Fundamentos de Cinética Química. Addison-Wesley Iberoamericana España, S.A. ISBN 9788478290307.

Nalliah, R. (2019). Reaction of FD&C Blue 1 with Sodium Percarbonate: Multiple Kinetics Methods Using an Inexpensive Light Meter. *Journal of Chemical Education, 96*(7), 1453–1457. https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jchemed.8b00589

Patterson, J., Hunsaker, H., Smith, L., Sansom, R. Asplund, M. (2024). Modified Iodine Clock Reaction to Introduce the Concept of Activity. *Journal of Chemical Education, 101*(9), 4051–4056. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.4c00354

Paul, A., Dutta, A., Kundu, A. y Saha, S. (2023). Resin Assisted Purification of Anthocyanins and Their Encapsulation. *Journal of Chemical Education, 100*(2), 885-892. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00918

Rathod, B., Murthy, S. y Bandyopadhyay, S. (2019). Is this Solution Pink Enough? A Smartphone Tutor to Resolve the Eternal Question in Phenolphthalein-Based Titration. *Journal of Chemical Education, 96*(3), 486-494. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.8b00708

Sun, B., Zhou, A., Li, X. y Yu, H.-Z. (2021). Development and Application of Mobile Apps for Molecular Sensing: A Review. *ACS Sensors, 6*(5), 1731–1744. https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acssensors.1c00512

Uribe-Guerrero, E. y Acosta-Mesa, D. (2023). Evaluación de Apps educativas relacionadas con el tema de balanceo de reacciones químicas. *Educación Química, 34*(2), 181-194. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.2.82606

Weiss, H. y Touchette, K. (1990). A simple second-order kinetics experiment. *Journal of Chemical Education, 67*(8), 707-708. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed067p707



Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1TCBpTldNQqkjV-NRBwPs94P08tDCHT29/view

ISBN 978-987-47159-9-9

CREAR Y CONSTRUIR MATERIAL DIDÁCTICO: LOS SÓLIDOS CRISTALINOS DESDE LA GEOMETRÍA

Paola Beatriz Baiutti

Instituto de Enseñanza Superior "Dra. Carmen Peñaloza" (IN.E.S.), San Juan, Argentina.
paolabaiutti@gmail.com

Jésica Victoria Gutiérrez

Instituto de Enseñanza Superior "Dra. Carmen Peñaloza" (IN.E.S.), San Juan, Argentina.
jesicagut@gmail.com

Yanina Pamela Sánchez Rodríguez

Instituto de Enseñanza Superior "Dra. Carmen Peñaloza" (IN.E.S.), San Juan, Argentina.
profyaninapamela@gmail.com

Resumen

Este proyecto interdisciplinario de formación química superior se centra en la creación de material didáctico para la enseñanza de cristaloquímica, integrando conceptos geométricos. Comentamos la experiencia originada en el marco de un taller dirigido a estudiantes avanzados del Profesorado de Química del IN.E.S. con docentes de Química Inorgánica, Matemática y Estadística, Psicología Educacional y Alfabetización Académica. El propósito del taller se enfatizó en que los estudiantes desarrollen habilidades para integrar conceptos geométricos en sus clases de cristaloquímica, promoviendo un aprendizaje más experiencial y significativo, a través del diseño de una propuesta de intervención educativa con material didáctico, impulsado por el deseo de fomentar una comprensión profunda y práctica de estos temas. Los estudiantes crearon modelos tridimensionales, construidos con acrílico y esferas de yeso, para facilitar la visualización de la organización atómica en celdas cúbicas. La metodología incluye la aplicación de los razonamientos aplicados por Arquímedes para medir volúmenes, promoviendo una comprensión profunda de la disposición atómica (factor de empaquetamiento) y su relación con las propiedades de los materiales. Luego, se transformó a un proyecto de Ferias de Ciencias. Todo esto enriquece el proceso educativo y prepara a los futuros docentes para enfrentar desafíos pedagógicos con una visión holística e innovadora.

Palabras clave: *cristaloquímica; material didáctico; geometría aplicada; modelización; interdisciplinariedad.*

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza del estado sólido puede beneficiarse enormemente de la integración de conceptos geométricos, ya que la visualización de las estructuras atómicas es crucial para el entendimiento de sus propiedades y permite comprender las características que presentan los materiales. En este trabajo presentamos una experiencia interdisciplinaria desarrollada en el marco de un taller dirigido a estudiantes avanzados del Profesorado de Química del Instituto de Enseñanza Superior 'Dra. Carmen Peñaloza'. Enfocamos este taller en la creación de material didáctico que combina cristaloquímica y geometría, con el objetivo de fomentar un aprendizaje significativo (Ausubel, 1976) y experiencial.

Cabero (2001) destaca la importancia del diseño y utilización de medios para la enseñanza, mientras que Ausubel (1976) enfatiza la relevancia de conectar nuevos conocimientos con los ya existentes para facilitar un aprendizaje más profundo. El uso de modelos tridimensionales permite a los estudiantes visualizar estructuras químicas complejas e integrar con principios matemáticos en un contexto químico, lo que se alinea con los enfoques contemporáneos en la educación de las ciencias.

ISBN 978-987-47159-9-9

El taller surge a partir de la identificación de dificultades que enfrentaron los estudiantes de Química Inorgánica, que se cursa en el segundo semestre del primer año del Profesorado de Química, particularmente en la visualización de los empaquetamientos que presentan los sólidos cristalinos metálicos y la disposición de los átomos en las celdas unitarias correspondientes. Para abordar estos desafíos, consideramos fundamental recuperar y reforzar conceptos clave como el reconocimiento de los elementos de los cuerpos geométricos y las fórmulas necesarias para calcular su volumen.

La institución cuenta con un régimen de suma de créditos que los estudiantes deben cumplir en determinado tiempo. Por lo tanto, otorgamos 15 créditos académicos por la aprobación del taller. Los destinatarios fueron estudiantes del profesorado que tenían las materias involucradas aprobadas en condición de regular o con examen final, requisito fundamental para participar en el taller. El objetivo inicial de este taller interdisciplinario consistía en que los estudiantes lograran desarrollar habilidades para integrar conceptos complejos de química y geometría en sus clases de cristaloquímica, promoviendo un aprendizaje más experiencial y significativo.

Además, enfatizamos la importancia de la comunicación efectiva y la interdisciplinariedad en la enseñanza de la química. Para ello, solicitamos que diseñaran una propuesta de intervención educativa con material didáctico creativo e innovador (Cabero, 2001) para abordar la comprensión de sólidos cristalinos. Los estudiantes implementarían esta propuesta en el segundo cuatrimestre de 2024 durante el dictado de la materia Química Inorgánica, luego de ser expuesta y discutida con los participantes del taller.

2. OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo es exponer una propuesta interdisciplinaria en la cual buscamos desarrollar en los futuros docentes habilidades para integrar diferentes áreas de enseñanza, como la Química, la Matemática y Estadística, la Psicología Educacional y la Alfabetización para resolver y facilitar la comprensión de conceptos complejos de Cristaloquímica.

3. METODOLOGÍA

En el ciclo lectivo 2023, realizamos experiencias conjuntas entre las profesoras de química y matemática, desde el aula de cada una. En el presente ciclo lectivo, 2024, reformulamos la metodología con la que abordamos la problemática poniendo en consideración la planificación, organización y dictado de un taller institucional, interdisciplinario. 10 estudiantes se inscribieron y asistieron, trabajando en grupos de 2 o 3 personas. De todos los participantes, solo un grupo de tres estudiantes llegaron a presentar la planificación de clase.

El taller lo estructuramos en varias etapas, desde la conceptualización teórica hasta la creación práctica de modelos tridimensionales.

En la primera etapa, realizamos sesiones teóricas en las que explicamos los conceptos químicos básicos relacionados tanto con los sólidos cristalinos, como celdas unitarias, redes cristalinas y factor de empaquetamiento atómico. Recuperamos temas como cuerpos geométricos, material didáctico, planificación de una propuesta y comunicación efectiva, nos focalizamos en promover habilidades de expresión oral y escrita, debido a que los estudiantes deben comunicar sus ideas, describir los modelos tridimensionales y explicar conceptos geométricos con claridad.

En la segunda etapa, llevamos a cabo actividades prácticas en las que los estudiantes construyeron modelos tridimensionales y desarrollaron propuestas de clases incorporando el uso de estos modelos. Diseñaron actividades interactivas y evaluaciones destinadas a sus futuros alumnos. Durante este proceso, surgió lo que ellos mismos denominaron una “idea revolucionaria”: construir modelos tridimensionales de celdas unitarias utilizando materiales como acrílico y esferas de poliestireno expandido, para luego medir el volumen de empaquetamiento con agua.

ISBN 978-987-47159-9-9

En la tercera etapa, las propuestas didácticas con el material didáctico creado, debían ser expuestas, revisadas y mejoradas, aportando enfoques pedagógicos y estrategias de enseñanza, integrando los saberes de las distintas disciplinas.

La cuarta etapa planificada, consistía en implementar la clase de acuerdo al calendario y cursado de la asignatura Química Inorgánica en el segundo semestre del 2024.

Es relevante destacar que los materiales didácticos fueron creados exclusivamente por los estudiantes, quienes trabajaron de manera colaborativa y creativa en su diseño y elaboración. El grupo construyó tres cubos de acrílico cada uno representando una celdilla unitaria cúbica simple, centrada en cuerpo, centrada en las caras (Atkins & Jones, 2006), como mostramos en la FIGURA 1.



FIGURA 1. *Esquema de las tres celdillas unidad cúbicas*

En el estado sólido los átomos se acomodan de la forma más eficiente, formando estructuras compactas, a estos los visualizamos como esferas. El tamaño del átomo empleado dependió de la esfera, que fue adquirida comercialmente por los estudiantes. Calcularon el radio (r) de la esfera y, en función de él, construyeron el primer cubo con un empaquetamiento cúbico simple y una arista de longitud 2r, el segundo con un empaquetamiento cúbico centrado en el cuerpo y una arista igual a $4r/\sqrt{3}$, y el tercero con un empaquetamiento cúbico centrado en las caras y una arista igual a $4r/\sqrt{2}$. Además, construyeron otros 3 cubos equivalentes a cada uno de los que representaban una celdilla, estos los diseñaron con las medidas correspondiente a cada arista y a cada empaquetamiento, estos cubos no presentaban átomos en su interior, fueron utilizados para calcular el factor de empaquetamiento, haciendo una relación entre el volumen ocupado por la celda con átomos y la vacía. Por otro lado, para pegar las caras del cubo tuvieron algunos inconvenientes, debido a que esta unión debía ser hermética y soportar el agua.

Para abordar la problemática, recurrieron a lo planteado por Arquímedes. Es importante señalar que no involucramos docente de física ni mencionamos esta disciplina como herramienta para resolver el desafío propuesto. Dentro del ámbito de la cristaloquímica, los estudiantes se enfocaron específicamente en planificar una clase que abordara el cálculo del volumen ocupado por los átomos en empaquetamientos cúbicos compactos.

El material didáctico creado y construido sirve para medir, empíricamente, el volumen que ocupan los átomos en una celda unitaria cúbica, además mediante el uso de los sentidos como el tacto y la vista se puede apreciar de forma tangible como se acomodan los átomos en las diferentes celdillas. El procedimiento para determinar el volumen de empaquetamiento de cada celda fue llevado a cabo midiendo la diferencia de volúmenes entre la cantidad de agua que entra en el cubo sin esferas y la del cubo con las esferas (átomos). El análisis algebraico del cálculo del volumen validó el modelo, este análisis era uno de los temas más abstractos dentro de la unidad y fundantes en la problemática detectada. Es posible generalizar para otros tipos de empaquetamientos.

4. RESULTADOS PARCIALES DE LA IMPLEMENTACIÓN

Es importante aclarar que hasta ahora los estudiantes no han implementado la propuesta de clase, recordando que estaba planificado para el segundo semestre del 2024.

El proyecto fue planteado de manera integrada (Ortiz-Hernández, 2017), principalmente por la relevancia y aplicación práctica que requería la problemática. La cual, partía de en un problema real, que se

ISBN 978-987-47159-9-9

presentaba en la institución y que podría manifestarse en las prácticas de los estudiantes como futuros docentes, haciendo que el aprendizaje sea significativo para los participantes del taller. Si bien, al presentar la problemática mencionamos conceptos teóricos claves, evidentemente para intentar resolverla, los estudiantes no se limitaron a lo desarrollado en el taller. Por el contrario, buscaron o utilizaron el conocimiento y las destrezas adquiridas en el tiempo que ayudaron a solucionar el problema que les presentamos como, por ejemplo, las ideas de Arquímedes.

Esta innovación transformó las actividades del taller en un proyecto de feria, y decidieron que su producción excediera los límites originales del taller. Preguntándose ¿Cómo podemos facilitar la comprensión del cálculo del factor de empaquetamiento de una celda cúbica a través del uso de material didáctico en una clase? Durante las instancias de la feria de ciencias, los estudiantes presentaron sus modelos tridimensionales y propuestas de clases ante un público más amplio, que incluía a otros estudiantes, docentes y miembros de la comunidad educativa. En este contexto, los estudiantes tuvieron la oportunidad de explicar su proyecto en detalle, demostraron habilidades avanzadas en la práctica del lenguaje al comunicar eficazmente sus ideas y argumentos durante la exposición. Las retroalimentaciones abrieron la puerta a adaptar el material didáctico y la propuesta de clase a personas con discapacidad visual.

Es una realidad que, para poder dar respuesta a la problemática, fuimos conscientes de que era necesaria la colaboración docente e interdisciplinariedad, ya que el proyecto combina conceptos de química, matemática, física, psicología y alfabetización académica. La colaboración entre docentes de diferentes disciplinas refleja una integración efectiva.

Como el proyecto implica una práctica de enseñanza interdisciplinaria que abarca al menos dos disciplinas clave, como la química y la matemática, podemos clasificarlo como una actividad STEAM según el enfoque propuesto por Rodrigues-Silva & Alsina (2023). En este caso, la integración de cristaloquímica y geometría no solo favorece la comprensión del empaquetamiento de las estructuras atómicas, sino que también potencia el desarrollo de habilidades transversales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad, fundamentales en el campo de las ciencias y la ingeniería. Además, el uso de materiales concretos para construir modelos tridimensionales, como el acrílico y las esferas de yeso, introduce un componente práctico que refuerza el aprendizaje experiencial, alineado con los principios del enfoque STEAM, que busca conectar la teoría con la práctica de manera significativa.

El taller planteó un problema auténtico porque involucra a los estudiantes en la creación de material didáctico tridimensional, lo cual refleja una situación real y relevante dentro del ámbito de la enseñanza de la química. Siguiendo lo que plantea Díaz Barriga (2003), el problema presentado no era abstracto ni teórico, sino que requería la aplicación de conocimientos específicos de cristaloquímica y geometría para diseñar modelos que ilustraran la organización atómica en los sólidos cristalinos. Esta tarea simula situaciones a las que los estudiantes, como futuros docentes, podrían enfrentarse en su ejercicio profesional al buscar formas efectivas de enseñar conceptos complejos.

La actividad planteada, se basa en el método de proyectos, donde los estudiantes no solo diseñaron y crearon materiales didácticos innovadores, sino que también aplicaron sus conocimientos en un contexto real, construyendo modelos tridimensionales y desarrollando propuestas de clase que serán implementadas en futuros cursos. El trabajo en equipos cooperativos fue esencial, ya que permitió a los estudiantes reflexionar, colaborar y compartir conocimientos para resolver problemas y crear materiales didácticos de manera efectiva. Asimismo, la construcción de estos modelos tridimensionales y la demostración del cálculo del factor de empaquetamiento de la celda cúbica se consideran ejemplos de simulaciones situadas que facilitan la comprensión de conceptos abstractos.

Además de esto, pudimos observar que, de manera implícita, los estudiantes recorrieron un proceso para establecer una relación entre los cuerpos geométricos tridimensionales y el empaquetamiento de los átomos (esferas) dentro de una celda. En otras palabras, al diseñar y construir el material didáctico, nuestros estudiantes recorrieron todo el camino de un proceso de modelización matemática (Blomhøj, 2004). Esto es:

1. *Formulación del problema*: La pregunta clave fue: ¿Cómo podemos facilitar la comprensión del cálculo del factor de empaquetamiento de una celda cúbica a través del uso de material didáctico en una clase?
2. *Sistematización:* Seleccionaron los objetos relevantes (celda cúbica) y los idealizaron para su representación matemática. Identificaron las celdas cúbicas y las relaciones entre átomos. Al intentar

ISBN 978-987-47159-9-9

llenar con agua para usar el razonamiento de Arquímedes, el cubo debía estar preparado para resistir, lo que requirió que el cubo fuera pegado con distintos materiales hasta obtener un cubo hermético donde el agua no se filtrara. Además, aún quedan dudas con respecto al uso del yeso y la absorción del agua.

3. *Traducción al lenguaje matemático*: Utilizaron conceptos geométricos y fórmulas para describir el volumen de átomos en las celdas cristalinas. Exploraron las celdas cúbicas y calcularon algebraicamente los volúmenes ocupados.
4. *Uso de métodos matemáticos:* Aplicaron técnicas geométricas para modelar la organización atómica. Esto incluyó visualizar y calcular longitudes como el radio de la esfera comprada y en base a eso, la arista del cubo.
5. *Interpretación de resultados:* Los modelos tridimensionales y las representaciones matemáticas las analizaron en el contexto de la química inorgánica.
6. *Evaluación de la validez del modelo:* Compararon los datos empíricos con el conocimiento teórico. Por ejemplo, calcularon el volumen ocupado por las esferas en una celda cúbica de manera empírica, considerando el volumen de agua. Para ello, realizaron la diferencia entre el volumen obtenido del cubo sin esferas y el del cubo con esferas. Luego, compararon estos resultados con los obtenidos de manera analítica según el desarrollo realizado en la clase que cursaron en 2023. Es importante destacar que hubo una discrepancia decimal entre el cálculo del volumen experimental y el algebraico. En resumen, este modelo de celda cúbica resultó útil para calcular el volumen del espacio ocupado por los átomos.

El proceso de modelización matemática fue esencial para abordar la problemática y diseñar una intervención educativa efectiva.

5. CONCLUSIONES

El proyecto se centró en el desarrollo de materiales didácticos innovadores para mejorar la comprensión de los sólidos cristalinos, integrando conceptos de química, matemática, física y otras disciplinas en un enfoque interdisciplinario e inclusivo. Durante su implementación, observamos que esta integración no solo enriqueció el proceso de aprendizaje, sino que también promovió habilidades esenciales en los estudiantes, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo.

La construcción de estos materiales didácticos empoderó a los estudiantes, permitiéndoles convertirse en protagonistas activos de su propio aprendizaje. A través del diseño y uso de modelos tridimensionales, los estudiantes no solo lograron una comprensión más profunda de los conceptos teóricos, sino que también experimentaron un entorno de aprendizaje colaborativo y creativo. La participación en la feria de ciencias generó un espacio de intercambio de ideas y conocimientos que enriqueció aún más la experiencia educativa.

En términos pedagógicos, este proyecto reflejó la efectividad de la colaboración interdisciplinaria entre docentes y subrayó la importancia de la utilización de recursos variados para la enseñanza, lo cual resultó en un aprendizaje significativo y experiencial. La propuesta continúa en desarrollo.

Un aspecto destacado fue la aparición del proceso de modelización matemática en la propuesta pedagógica que brindaría la oportunidad de trabajar los procesos de modelización como contenido. La metodología implementada puede servir como modelo para futuros proyectos educativos colocando en primer lugar y como principales actores a los estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las autoridades del Instituto de Educación Superior Doctora Carmen Peñaloza por su apoyo y recursos proporcionados y al equipo en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa*. México: Trillas.

Atkins P., Jones L. (2006). *Principios de la química: los caminos del descubrimiento*. 3° edición. Editorial Médica Panamericana S. A.

Blomhøj, M. (2004). Modelización matemática: Una teoría para la práctica. En B. Clarke, D. Clarke, G. Emanuelsson, B. Johnansson, D. Lambdin, F. Lester, A. Walby, & K. Walby (Eds.), International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics (pp. 145-159) 3. *National Center for Mathematics Education*.

Cabero, J (2001), *Tecnología Educativa, Diseño y Utilización de Medios para la Enseñanza*. España, Paidós.

Díaz Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, *5(2)*, 1-13. http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/ contenido-arceo.html

Márquez Vázquez, F., López Garduño, L., & Pichardo Cueva, V. (2008). Una propuesta didáctica para el aprendizaje centrado en el estudiante. *Apertura*, *8(8)*, 66-74.

Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación, 11*(12), e029. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/67276/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Néreci, Imídeo G. (1969). *Hacia una didáctica general dinámica.* Editorial Kapelusz, México. P. 282-356.

Ortiz-Hernández, E. (2017). Retos y perspectivas del currículo integrado. *Cuaderno de Investigación en la Educación*, *21*, 35-562.

Rodrigues-Silva, J., & Alsina, Á. (2023). Conceptualizando y enmarcando la educación STEAM: ¿qué es (y qué no es) este enfoque educativo? *Texto libre*, *16*, 1-13. https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.44946

Rodrigues-Silva, J. & Alsina, A. (2023). Conceptualising and framing STEAM education: what is (and what is not) this educational approach?. *Texto Livre Linguagem e Tecnologia*. 16. e44946. https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.44946

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1gsHvPBgBhFb5riIUC6NjFmgxsxaIFECJ/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B 1.07

Resumen y video

TRANSFORMACIONES DEL CURSO QUÍMICA ORGÁNICA PARA LAS CARRERAS DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y FORESTAL: PRIMERAS APROXIMACIONES

María Emilia Pérez

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata/ Facultad de Ciencias Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata.
meperez@fcnym.unlp.edu.ar

Guillermo Blustein

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT), CICPBA-CONICET-UNLP/Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.
g.blustein@cidepint.ing.unlp.edu.ar

Gustavo Pablo Romanelli

Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas (CINDECA), Depto. de Química, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP-CICPBA-CONICET/Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.
gpromanelli2007@yahoo.com.ar

Resumen

Durante el año 2023 acaeció un proceso para repensar el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en el seno de la comunidad académica, con participación de diferentes actores (estudiantes, docentes y graduados). A la par que se discutía a nivel institucional de nuestra Facultad el nuevo plan de estudios, el debate acerca de cómo lograr una mayor contextualización de las temáticas trabajadas en nuestra asignatura, Química Orgánica (QO), en relación a la carrera y al trayecto formativo, fue puesta en el centro de escena al interior del equipo docente. Estas reflexiones y discusiones impulsaron varias modificaciones en el programa de la materia, que ya son parte del Nuevo Plan de Estudios que entrará en vigencia en el año 2025. El objetivo de esta contribución, es presentar los primeros pasos en la transformación del curso QO para las carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal, que consisten en la redefinición de las temáticas a trabajar, fruto de reflexiones, debates y consensos al interior del equipo docente, pero también como resultado de una primera indagación acerca de la mirada estudiantil sobre la articulación de saberes, relevada mediante cuestionarios semiestructurados.

Palabras clave: *enseñanza de la química orgánica; educación universitaria; Ingeniería Agronómica y Forestal; articulación de saberes químicos y biológicos; enfoque interdisciplinario.*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/19j_MeOozNIcqyMg8-h_ZQ1-v-ja5Hdxh/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.08

ENRIQUECIMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA DE EQUILIBRIO QUÍMICO DE LA CÁTEDRA DE QUÍMICA GENERAL

Andrea Silvana Ciriaco

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.
andrea.ciriaco14@gmail.com

Marcela de Alba

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.
marceladealba2@gmail.com

Fiamma Corna

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.
fiamma29@live.com.ar

Raúl Bordón

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.
raulbordonn@gmail.com

Hebe Blasetti

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.
hebeira@gmail.com

Resumen

Este estudio evalúa una propuesta pedagógica sobre Equilibrio Químico en el curso de Química General de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, utilizando un entorno digital interactivo para mejorar el aprendizaje y fomentar la multialfabetización. Las encuestas realizadas con Google Forms durante el ciclo 2023 mostraron que el contenido de Equilibrio Químico era el más desafiante para los estudiantes, quienes en un 95,4% valoraron positivamente los recursos didácticos del aula virtual. La propuesta incluyó la selección del entorno digital, el formato y los recursos, y se implementó con un grupo piloto de 20 estudiantes. La validación se realizó mediante encuestas de percepción, destacando la importancia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación superior. Además, 6 docentes que no participaron en la creación de la propuesta también evaluaron su efectividad. Los estudiantes valoraron la diversidad de recursos del entorno, destacando las actividades interactivas y videos como los más útiles, pero consideraron el formato de audio poco efectivo. Propusieron incorporar redes conceptuales y más videos de ejercicios. Los docentes coincidieron en la necesidad de ajustar el vocabulario y eliminar los audios, sugiriendo también la curaduría de algunos recursos.

Palabras clave: *equilibrio químico; recursos abiertos; enseñanza universitaria; materiales didácticos; evaluación.*

1. INTRODUCCIÓN

El ingreso a la universidad es una etapa crítica y fundamental para los estudiantes, ya que sus experiencias iniciales son determinantes en su futura trayectoria académica. Los docentes representan la

ISBN 978-987-47159-9-9

primera cara visible de la institución y son en parte responsables de favorecer la permanencia y continuidad de los estudiantes en la vida universitaria. Zabalza (2009) señala que ser profesor universitario hoy es vivir y practicar una profesión especializada que requiere de ciertas competencias específicas, partiendo de reconocer a la enseñanza como "una actividad compleja, en parte artística y en parte científica".

En este trabajo, evaluamos una propuesta de enseñanza para el tema Equilibrio Químico de la cátedra Química General de la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Esta asignatura se imparte en primer año en las carreras de Bioquímica, Farmacia, Licenciatura en Química, Técnico Laboratorista Universitario, Técnico Universitario en Química, Geología, Licenciatura en Ciencias Biológicas, Profesorado en Ciencias Biológicas, Técnico Universitario en Protección Ambiental, Licenciatura en Protección y Saneamiento Ambiental y Profesorado en Química. Se generó un espacio digital interactivo, multimedial, estructurado didácticamente y dirigido a facilitar el desarrollo de experiencias de aprendizaje en torno a una unidad de saber en un intento de potenciar la multialfabetización (Área Moreira, 2014, 2017), como herramienta complementaria a las clases tradicionales. En este sentido, esperamos que el espacio abra posibilidades de flexibilidad en las prácticas y represente para el cuerpo docente una huella que nos invite a retornar sobre nuestros pasos para evaluar qué volveríamos a hacer y qué cambiaríamos para mejorar nuestras clases (Kap, 2020) y poder transferir el conocimiento adquirido en el desarrollo de la propuesta a otras instancias o unidades de la propuesta de contenidos de la cátedra Química General.

2. DESARROLLO

El proceso de desarrollo del entorno digital siguió una estructura organizada en varias etapas. Inicialmente, se llevó a cabo un diagnóstico mediante encuestas administradas a través de Google Forms durante el ciclo lectivo 2023, identificando el contenido de Equilibrio Químico como el tema que presentó mayores dificultades para el alumnado. Además, se constató que el 95,4 % de los estudiantes valoró el uso de los recursos didácticos del aula virtual, tales como videos y explicaciones de ejercicios. Posteriormente, se procedió a una etapa de planificación que incluyó la selección del entorno digital, los recursos y el formato del espacio virtual. La etapa de implementación consistió en la aplicación del entorno con un grupo piloto de 20 estudiantes de la cohorte 2024, seleccionados al azar. Finalmente, la etapa de validación se realizó mediante encuestas de percepción para evaluar la efectividad del entorno digital en el proceso educativo.

Según Mariaca et al. (2021), las TIC en la educación superior crean nuevos entornos y oportunidades para el aprendizaje tanto individual como grupal, fomentando el desarrollo de competencias y habilidades esenciales para el desempeño de los estudiantes en la sociedad. En este marco, nos transformamos en mediadores flexibilizando formatos tradicionales que van mutando hacia una clase participativa y equilibrada, donde el estudiante construye el conocimiento junto con el docente generando nuevas interacciones a partir de la incorporación de las tecnologías (Kap, 2020).

En sintonía con las palabras de Aliaga y Bartolomé (2006): "Los cambios que puede posibilitar la tecnología necesariamente han de ir vinculados a una nueva forma de enseñar y aprender. Hacer lo mismo que antes, pero con ordenadores no es innovación." Una propuesta tecnopedagógica de este tipo, debe estar basada en una coparticipación y retroalimentación entre estudiantes y profesores donde las herramientas digitales sirvan como facilitadoras de la comunicación y de la interacción. De esta manera, esperamos que sean los estudiantes los que pongan en práctica los recursos ofrecidos, reflexionen y tomen decisiones que nos permitan mejorar la práctica de enseñanza del contenido en particular.

2.1. El entorno y los recursos

Se incorporaron diferentes plataformas y recursos que se corresponden, adaptando la clasificación de Jiménez Yaguana y León Alberca (2024) como se observa en la TABLA I:

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA I. *Recursos y plataformas utilizadas en la propuesta de Equilibrio Químico adaptado de Jimenez Yaguana y León Alberca (2024).*

Tipo Recurso	**Elección para la propuesta**
Gestión del aprendizaje	Genially
Repositorios de recursos educativos	You Tube y Google Drive
Evaluación en línea	Kahoot, Khan Academy y Genially
Herramientas de colaboración en línea	Padlet
Simuladores y laboratorios virtuales	Phet
Redes sociales	Instagram

El espacio se construyó de manera que se pudiera tener acceso a varios recursos desde una misma pantalla, sin un orden preestablecido para incorporar un elemento de exploración y recorrido descontracturado (FIGURA 1).

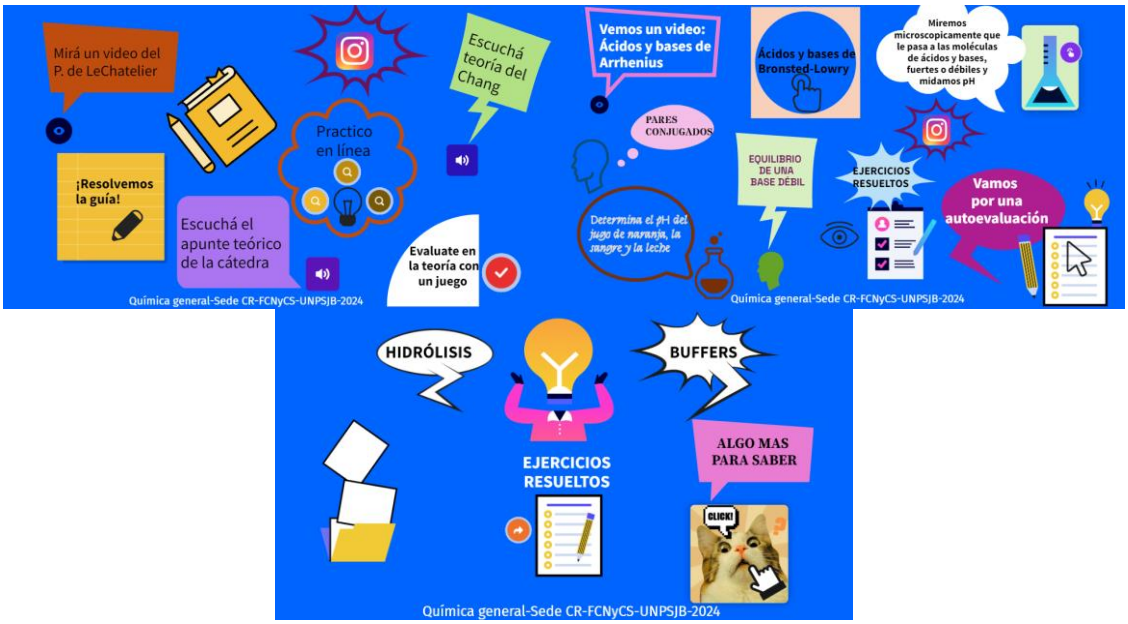


FIGURA 1. *Captura de pantalla de la propuesta para Equilibrio Químico.*

2.2 Evaluación de los recursos

Una vez finalizado el armado del espacio se procedió a poner a prueba el mismo y recoger las observaciones volcadas en encuestas de percepción distribuidas a través de formularios Google Forms al grupo de estudiantes que tuvieron acceso a la propuesta y del cuerpo docente que no estuvo involucrado en el armado de la propuesta. Sobre un universo de 20 alumnos, se recolectaron 11 respuestas y de 11 docentes se recolectaron 6 respuestas.

De lo expresado por los estudiantes se extrae que su forma de estudio corresponde a realizar las lecturas y elaboración de resúmenes correspondientes, resolución de ejercicios y en algunos casos visualización de videos. Con respecto al entorno, resultó atractivo y señalan que la diversidad de recursos lo hace innovador y dinámico. Específicamente de los recursos señalaron que los que más aportaron a la comprensión y estudio del tema fueron las actividades interactivas y los videos, mientras que marcaron que el formato audio no resultó

ISBN 978-987-47159-9-9

un aporte significativo debido a las dinámicas de estudio del grupo de estudiantes. Como aporte proponen incorporar redes conceptuales o cuadros y más videos con resolución de ejercicios.

El grupo docente expresa que el entorno es dinámico, atractivo e interactivo presentando diferentes enfoques del mismo tema. Rescatan la utilización de simuladores observando que sería propicio incluir una guía de estudio que acompañe el recurso. Como recursos que no aportan significativamente coinciden con el grupo de alumnos con respecto al formato audio. Los docentes realizaron una observación crítica de la totalidad de los recursos y marcaron diferencias entre el vocabulario conceptual y simbólico que se presenta en relación a los consensos de la cátedra.

2.3 Ajustes y perspectivas

Concluido el primer ciclo y tomando en cuenta las observaciones de fortalezas y debilidades se plantea el ajuste de la propuesta teniendo en consideración la incorporación de redes conceptuales y un índice de recursos. Eliminar los recursos que se presentaron en formato audio y aumentar las actividades interactivas de evaluación y repaso de conceptos.

Con respecto a la vigilancia epistemológica, se revisarán los recursos observados para determinar si corresponde realizar curaciones a los mismos.

3. CONCLUSIONES

La evaluación del espacio digital interactivo mostró que tanto estudiantes como docentes valoraron su dinamismo e innovación, destacando las actividades interactivas y los videos como los recursos más útiles. Sin embargo, ambos grupos coincidieron en que el formato de audio fue poco efectivo. Consideramos que la poca participación de los estudiantes a la evaluación del recurso se debe a que se realizó luego de haber concluido el tiempo de cursado por lo que podrían estar más pendientes de la preparación de finales u otras cuestiones ajenas a la cátedra. Se sugieren ajustes, como la eliminación de audios, ya que los estudiantes declararon que no se corresponden con sus formas de estudio y no realizan un aporte significativo en comparación a los otros recursos presentados, incorporación de redes conceptuales, y la curaduría de los recursos que así lo requieran. Se ha previsto que la totalidad de los estudiantes de la cohorte 2025 hará uso de los recursos diseñados luego de formalizar las sugerencias y observaciones sobre el recurso, para diversificar las estrategias de enseñanza en un tema que resulta particularmente difícil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aliaga, Francisco y Bartolomé, Antonio R. (2006). El impacto de las nuevas tecnologías en Educación. En T. Escudero y A. Correa (Ed.), *Investigación en Innovación Educativa*, pp. 55-88. La Muralla. https://ua838608.serversignin.com/personal/bartolome/articuloshtml/2006_aliaga_bartolome.pdf

Área Moreira, M. (2014). La alfabetización digital y la formación de la ciudadanía del siglo XXI. *Revista Integra Educativa, 7*(3), 21-33. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid= S1997-40432014000300002&lng=es&tlng=es

Área Moreira, M. (2017). La metamorfosis digital del material didáctico tras el paréntesis Gutenberg. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 16*(2). http://dx.medra.org/10.17398 /1695-288X.16.2.13

Jimenez Yaguana, M. A. y León Alberca, T. B. (2024). Competencias digitales de los estudiantes del nivel superior en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8*(3), 219-230. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11206

Kap, M. (2020). Una didáctica transmedia: derivas sobre mutaciones y nuevas mediaciones en el campo de la didáctica. *Revista Argentina de Investigación, 8*(11), 82-109. https://fadeccos.ar/revista/index.php/rac/article/view/34

ISBN 978-987-47159-9-9

Mariaca Garron, M. C., Zagalaz Sánchez, M. L., Campoy Aranda, T. J. y González de Mesa, C. G. (2021). Uso de las TIC en la educación. Revisión de la literatura. *Luciérnaga Comunicación, 13*(25), 58–69. https://doi.org/10.33571/revistaluciernaga.v13n25a4

Zabalza, M. (2009). Ser profesor universitario hoy. *La cuestión universitaria*, *5*, 69-8. https://polired.upm.es/index.php/lacuestionuniversitaria/article/view/3338/3403

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1LX6OnuWSdjfr5uwE51Utlya4Lb_MLDTb/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN CLASES DE QUÍMICA EXPERIMENTAL

María Gabriela Lorenzo*

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC - UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET-UBA), Buenos Aires, Argentina.
glorenzo@ffyb.uba.ar

Teresa Quintero

Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) y Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC - UBA)
tquintero@exa.unrc.edu.ar

Resumen

Se presenta un trabajo de indagación orientado al desarrollo de la observación como parte de las habilidades de pensamiento científico necesarias para la construcción de conocimiento sobre la naturaleza experimental de la química. Se diseñó e implementó una actividad virtual en una instancia de formación de profesorado en servicio. Participaron 19 docentes que realizaban un diplomado en Panamá. El diseño contempló el trabajo en pequeños grupos, un cuestionario online y un debate en plenario. Se planteó un estudio exploratorio de grupo único con enfoque cualitativo. Los datos fueron analizados mediante análisis de contenido. Los resultados mostraron que en instancias de actualización docente se pierde el foco de la disciplina en favor del reconocimiento de las propias dificultades al intentar resolver con éxito la tarea desde el rol de alumno. Esto promovió la metacognición de los participantes quienes pudieron examinar colaborativamente sus propias prácticas de enseñanza.

Palabras clave: *observación; recolección de información; trabajo práctico de química; diseño de actividades; formación de profesores.*

1. FUNDAMENTACIÓN

El trabajo se centra en el desarrollo de la observación como parte de las habilidades de pensamiento científico (HPC) en la enseñanza de la naturaleza experimental de la química, utilizando un modelo de unidad didáctica en cascada que permite a los profesores transferir estas habilidades a su práctica docente. Basado en teorías constructivistas del aprendizaje, el diseño de la actividad se apoya en la clasificación de procedimientos de Pozo y Gómez Crespo (1998) y en desarrollos posteriores sobre pensamiento crítico y didáctica de las ciencias (Manassero y Vázquez, 2020). Las HPC incluyen procesos cognitivos que fomentan una actitud investigativa, crítica y reflexiva, similar a la de los científicos en sus investigaciones (McComas, 2014). Estas habilidades abarcan desde la formulación de preguntas, así como el metaconocimiento requerido para revisar, supervisar y corregir las prácticas (Koerber y Osterhaus, 2019; Figueroa et al., 2020).

Desde este marco, el objetivo del presente trabajo es explicitar los criterios que guiaron el diseño de una actividad para propiciar el desarrollo de HPC y los resultados obtenidos al evaluar su implementación en un curso de capacitación docente.

2. METODOLOGÍA

La metodología plantea un trabajo de investigación de campo con un diseño de estudio de caso de grupo único, de alcance exploratorio-interpretativo y enfoque cualitativo tomando como referencia la Teoría

ISBN 978-987-47159-9-9

Fundamentada. El primer paso correspondió al diseño de una actividad, seguida de su implementación y posterior evaluación. El contexto correspondió una instancia de formación de profesorado en servicio implementada con modalidad virtual denominado "Módulo Habilidades de Pensamiento Científico para la resolución de situaciones problemáticas" en el marco del Diplomado en Resolución de situación problemáticas en Química ofrecido por el SENACYT de Panamá.

2.1. Diseño de la actividad

Se diseñó una actividad con la finalidad de ofrecer una experiencia vivencial durante un espacio de formación de profesores en servicio de química para promover el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, la reflexión metacognitiva y suministrar ideas, principios y esquemas para generar nuevos ejercicios y problemas para trabajar en el aula con los estudiantes. Para ello, se consideraron cinco criterios principales tomando en cuenta su implementación bajo modalidad virtual: sus cualidades estéticas, su finalidad pedagógico-didáctica, la pertinencia de los contenidos disciplinares, la incorporación de recursos educativos digitales abiertas de modo de permitir su expansibilidad, la utilización de diferentes materiales y una naturaleza encapada y se cuidaron especialmente los elementos comunicacionales (Lorenzo, 2023). Considerando que la selección de los contenidos disciplinares es un aspecto crucial en todo dispositivo de capacitación en educación en ciencias donde los contenidos pedagógicos resultan insuficientes para desarrollar de manera completa e integral una propuesta didáctica, se trabajó con un tópico específico de química general relacionado con las propiedades químicas en las cuales se deben diferenciar las reacciones que implican una transformación de la sustancia (reacciones ácido-base, de óxido-reducción, de desplazamiento o sustitución) de aquellas otras que no lo son (disolución, vaporización). La actividad se orientó especialmente al desarrollo de la observación como una habilidad esencial del pensamiento científico que permite la adquisición de información, la detección e interpretación de los cambios observables propios de la naturaleza experimental de la química. Así, la promoción de habilidades básicas se complementa con habilidades investigativas y con habilidades reflexivas y críticas (Sepúlveda et al., 2023). La estructura de la actividad se muestra en las FIGURAS 1 y 2.

Como recursos didácticos se proponen distintas modalidades (grupal, individual y plenario) de modo de estimular en los participantes diferentes experiencias y estrategias de aprendizaje. Como recursos tecnológicos, además de la conectividad, se requiere el uso de una plataforma que permita la realización de clases virtuales sincrónicas presenciales y también el trabajo en salas para poder organizar el trabajo en grupo. Asimismo, se precisa un entorno virtual de aprendizaje que habilite la interacción, la realización de ejercicios y tareas y la puesta a disposición de distintos recursos educativos digitales. Para esta actividad se incluye un recurso audiovisual a través del acceso a un video de YouTube y un cuestionario on-line empleando los formularios de Google.

Parte I. El primer componente de la actividad involucra un trabajo colaborativo en pequeños grupos de cuatro o cinco integrantes. En esta etapa, los participantes visualizan un video de aproximadamente 6 minutos disponible en YouTube, el cual presenta una serie de experiencias sencillas de química (ver FIGURA 1 y TABLA I).



FIGURA 1. *Estructura de la actividad Parte I (fuente: elaboración propia)*

ISBN 978-987-47159-9-9

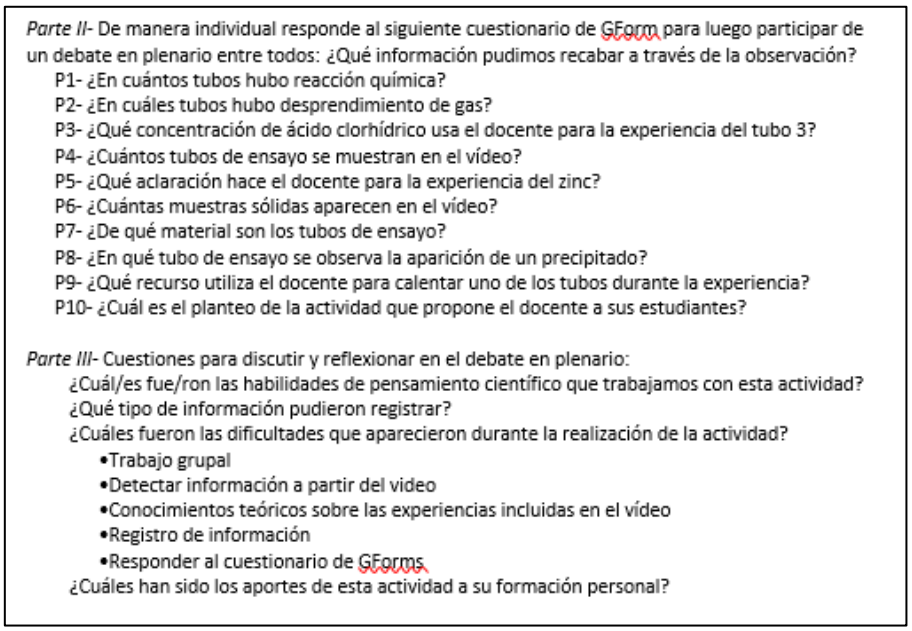
TABLA I. *Experiencias de química incluidas en el video*

Tubo	Descripción	Ecuación
#1	Reacción ácido-base. Desprendimiento de un gas	HCO_3Na (s) + CH_3COOH(ac) → CO_2 (g) + CH_3COO^-(ac) + Na^+(ac)
#2	Disolución de un sólido en agua	$CuSO_4$ (s) + H_20 (l)→ CuSO4.(H_20)n (ac)
#3	Reacción REDOX. Desprendimiento de un gas	Zn (s) + 2HCl (ac)→ H_2 (g) + $ZnCl_2$(ac)
#4	Reacción de desplazamiento. Formación de precipitado	$Pb(NO_3)_2$ (ac) + 2KI (ac)→ PbI_2 (s) + 2KNO_3(ac)
#5	Reacción ácido-base. Viraje del indicador	(NaOH + fenolftaleína) + HCl (ac)→ decoloración
#6	Cambio de estado. Formación de vapor de agua	H_20 (l) + ∅ → H_20 (g)

Inicialmente, los grupos discuten el contenido del video y registran información relevante para su uso posterior. Durante esta fase, se fomenta el intercambio de ideas y el trabajo colaborativo, lo que facilita un mayor conocimiento interpersonal, algo difícil de alcanzar en un entorno virtual. El docente-tutor acompaña el desarrollo de la actividad, respondiendo a las consultas de los participantes. Además, la inclusión del video mediante un enlace no solo enriquece el material disponible, sino que también amplía las posibilidades de la actividad más allá de las plataformas utilizadas.

Parte II. En un segundo momento (FIGURA 2), cada participante completa un cuestionario individual, bajo la co**n**signa: *¿Qué información pudimos recabar a través de la observación?* a través de un formulario de Google compuesto por 10 preguntas (P). Este cuestionario tiene como objetivo que los participantes expliciten la información obtenida durante la observación del video. Nueve de los interrogantes se centran en detalles específicos de la práctica experimental de química presentada. La décima pregunta es abierta y orientada a la reflexión sobre el propósito de la actividad planteada en el video. Esta etapa permite a los participantes aplicar sus habilidades de observación y recopilación de evidencia, además de autoevaluar su desempeño en la tarea.

Parte III. En el tercer y último momento (FIGURA 2), se retoma lo realizado en la primera y segunda parte para convertirlo en objeto de análisis y metanálisis, ofreciendo una retroalimentación colectiva en un plenario de grupo único. Se discuten los resultados obtenidos, revisando aspectos disciplinares y didácticos. Se reflexiona desde la perspectiva del estudiante, analizando la experiencia como destinatario de la actividad, y desde la perspectiva del docente, incorporando una mirada crítica y reflexionando sobre las decisiones pedagógicas que subyacen a la propuesta de enseñanza y a la revisión de la propia práctica.



Parte II- De manera individual responde al siguiente cuestionario de GForm para luego participar de un debate en plenario entre todos: ¿Qué información pudimos recabar a través de la observación?

P1- ¿En cuántos tubos hubo reacción química?
P2- ¿En cuáles tubos hubo desprendimiento de gas?
P3- ¿Qué concentración de ácido clorhídrico usa el docente para la experiencia del tubo 3?
P4- ¿Cuántos tubos de ensayo se muestran en el vídeo?
P5- ¿Qué aclaración hace el docente para la experiencia del zinc?
P6- ¿Cuántas muestras sólidas aparecen en el vídeo?
P7- ¿De qué material son los tubos de ensayo?
P8- ¿En qué tubo de ensayo se observa la aparición de un precipitado?
P9- ¿Qué recurso utiliza el docente para calentar uno de los tubos durante la experiencia?
P10- ¿Cuál es el planteo de la actividad que propone el docente a sus estudiantes?

Parte III- Cuestiones para discutir y reflexionar en el debate en plenario:

¿Cuál/es fue/ron las habilidades de pensamiento científico que trabajamos con esta actividad?
¿Qué tipo de información pudieron registrar?
¿Cuáles fueron las dificultades que aparecieron durante la realización de la actividad?
- Trabajo grupal
- Detectar información a partir del video
- Conocimientos teóricos sobre las experiencias incluidas en el vídeo
- Registro de información
- Responder al cuestionario de GForms

¿Cuáles han sido los aportes de esta actividad a su formación personal?

FIGURA 2. *Estructura de la actividad. Partes II y III (fuente: elaboración propia)*

ISBN 978-987-47159-9-9

2.2. Contexto e implementación de la actividad

Participaron voluntariamente 19 profesores con título de grado universitario de química y un máster para la enseñanza de química de diferentes regiones de Panamá. Se diseñó e implementó una actividad en una única sesión sincrónica de 2,5 horas de duración a través de la plataforma ZOOM.
Los datos fueron recogidos a través de la observación no participante y el registro audiovisual de la sesión sincrónica y un cuestionario especialmente diseñado empleando un formulario de Google con orden de presentación de las preguntas aleatorio. Se analizaron las respuestas escritas al cuestionario y la transcripción de las intervenciones orales del discurso en clase de tutores y alumnos, empleando elementos de la teoría fundamentada para la detección de categorías emergentes y se completó con análisis de contenido atendiendo a la rigurosidad epistemológica del conocimiento químico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de las respuestas al cuestionario (FIGURA 2. Parte II)

Bajo el interrogante general '¿Qué información pudimos recabar a partir de la observación?' se observó la siguiente distribución porcentual de la totalidad de respuestas obtenidas al cuestionario online (FIGURA 3). A pesar de tratarse de una experiencia típica e inicial de una práctica experimental de un curso básico de química, el 42 % de las respuestas no alcanzaron el nivel esperado. Este resultado podría interpretarse como un desvío de la atención de los participantes hacia los contenidos pedagógicos y didácticos con el consiguiente descuido de los contenidos disciplinares.

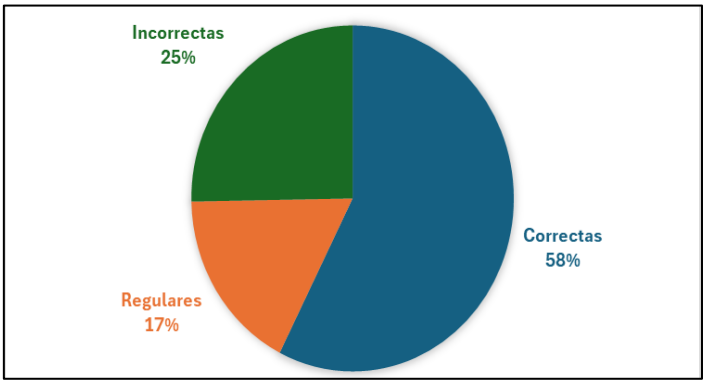


FIGURA 3. *Distribución porcentual de respuestas al cuestionario online (fuente: elaboración propia)*

Por ejemplo, las P4 Y P7 incluían información que aparece de manera explícita en el video, en el cual se exhiben un total de 6 tubos de ensayo de borosilicato como se muestra en la FIGURA 1. Si bien la mayoría de las respuestas a la P4 fueron correctas (f= 0.89) para la P7 solo 4 resultaron correctas (f= 0.21) (FIGURA 4a).

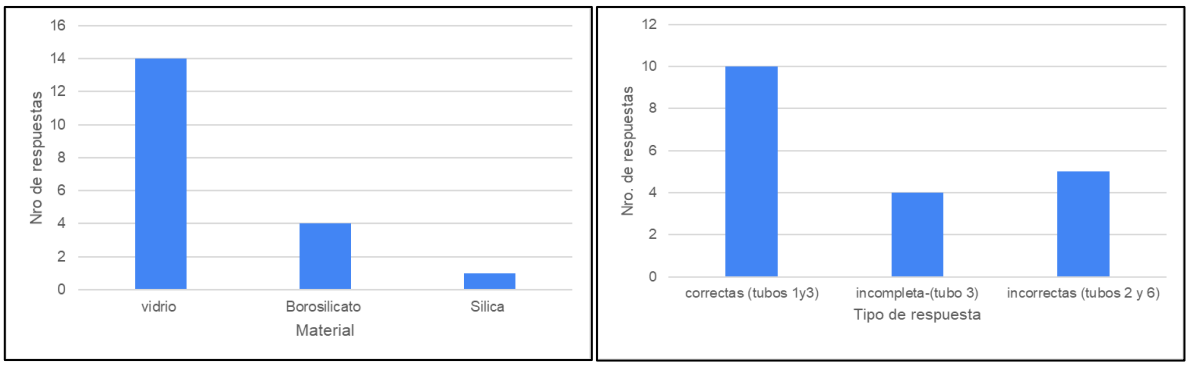


FIGURA 4. *Respuestas a) material de los tubos de ensayo (P7); b) desprendimiento de un gas (P2) (Fuente: elaboración propia)*

ISBN 978-987-47159-9-9

En aquellas preguntas que requerían realizar inferencias a partir de las evidencias experimentales empleando conocimiento químico hubo mayor dispersión de respuestas, disminuyendo el número de respuestas correctas: P2 (f =0.53, FIGURA 4b); P6 (f= 0.53); P1 (f= 0.63); P8 (f= 0.79). Es decir que aparecieron dificultades para reconocer desprendimientos de gases, muestras sólidas, diferenciar reacciones químicas de cambios de estado o disoluciones y la aparición de precipitados.

En las preguntas abiertas en las que los participantes debían elaborar un breve texto, las respuestas fueron acotadas y limitadas en cuanto a la expresión de sus ideas en oraciones cortas.

La P5 refería a una información explícita enunciada por el docente de manera oral durante su exposición mientras realizaba la práctica experimental y fue presentada como de respuesta abierta. Se agruparon las respuestas considerando la corrección del contenido químico, la pertinencia con lo mostrado en el video y la cantidad de aspectos referidos al responder (FIGURA 5). Lo más comentado por los participantes fue la naturaleza exotérmica de la reacción, referida como calentamiento o aumento de la temperatura (f= 0.33). Por ejemplo: "Que hay desprendimiento de calor."

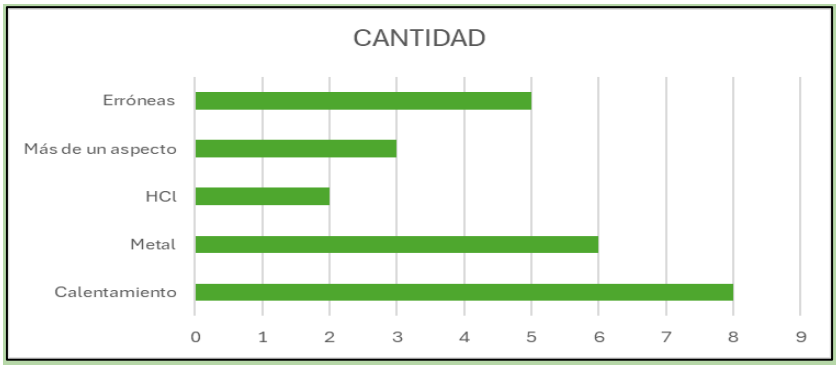


FIGURA 5. *Análisis de las observaciones correspondientes al tubo #3 (P5) (fuente: elaboración propia)*

Por su parte, la P10 hace referencia al propósito general de la actividad experimental mostrada en el video, por lo que requiere la habilidad de reconocer, a partir de la información presentada, los objetivos de enseñanza y de aprendizaje subyacentes a la selección de experiencias, las preguntas formuladas y las tareas propuestas a los estudiantes. El profesor en el video enuncia con claridad el propósito de su propuesta: “determinar si son reacciones químicas o no” a partir de la cuidadosa observación y registro de las evidencias de la práctica que realiza en el video, materiales y actividades realizadas previamente con sus estudiantes. Cuatro de las experiencias corresponden a reacciones químicas (Tabla I) mientras que los dos restantes muestran otros fenómenos (disolución y cambio de estado). El análisis de las respuestas mostró que 10 participantes lograron identificar el propósito de la actividad propuesta (f= 0.53), mientras que las 9 respuestas restantes no consiguieron detectar el propósito solicitado. Algunas de ellas se situaron en el objetivo de la actividad de “este curso” vinculado con la observación y registro de información como habilidad de pensamiento científico (f= 0.26), p. ej.: “Observar las reacciones químicas que ocurren en los diferentes tubos de ensayo, anotar lo que observan.”. En otros casos, hubo confusión entre el propósito y el tema de la clase: “Explicar reacciones químicas”.

3.2. Debate en plenario

Luego del trabajo en los pequeños grupos aleatorios y teniendo los resultados preliminares del formulario de Google, se discutió lo trabajado en una sesión de debate en gran grupo con la participación de docentes y estudiantes. El equipo de tutores acompañó la experiencia de aprendizaje otorgando gran importancia a las habilidades de pensamiento científico. Se fomentó un ambiente de interacción constante promoviendo la participación activa de los estudiantes brindando una retroalimentación constructiva. La respuesta activa y reflexiva de los alumnos demostró que además de comprender comenzaron a apropiarse y aplicar estas habilidades en su aprendizaje.

Desde el *rol del alumno*, los participantes (A: alumnos del curso) mencionaron el desafío de observar un video y luego responder un cuestionario sin contar con una guía previa: A13. "… la parte de ver los videos, no sé por qué me resulta un poco tediosa, o sea, ver la observación interna y tener que escuchar absolutamente todo lo que va diciendo el video. Y creo que es una de las dificultades que tuve. Entonces, lo puse un poco más rápido y quizá ahí me perdí la información. […] Creo que para mí hubiese sido más fácil detectar la información que se me pedía si hubiese visto el cuestionario antes del video."

Desde el *plano del docente*, los participantes debatieron sobre el desarrollo de habilidades de observación, el uso de estrategias pedagógicas y de diferentes recursos reflexionando sobre las diferencias individuales de los estudiantes para interactuar con ellos y su efecto en el aprendizaje. Hicieron énfasis en la necesidad de entrenamiento específico para observar prácticas experimentales, subrayando la necesidad de una enseñanza clara y precisa de estos conceptos básicos: A5. "Lo que muestra el profe es para que los alumnos vean que, a partir de la experiencia de la práctica, pueden deducir lo que está ocurriendo.". A14. "Me parece que la forma en que el profe lo hizo es muy buena porque permite que los alumnos participen activamente."

Los participantes pudieron reflexionar acerca del impacto en su propia formación y práctica docente, considerando la importancia del diseño y planificación de actividades que faciliten el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en sus estudiantes, en particular sobre la observación y el registro de datos. Sin embargo, la mayoría de las consideraciones surgieron desde la mirada del docente con escasas reflexiones sobre sus desempeños y dificultades desde el rol del alumno.

4. CONCLUSIONES

El diseño de cursos de capacitación para profesores representa un desafío al tener que contemplar simultáneamente los contenidos pedagógicos sin descuidar los contenidos disciplinares, en este caso, relacionados con el conocimiento químico. Este estudio mostró la necesidad de promover la observación y otras habilidades de pensamiento científico de manera simultánea con el control del conocimiento químico atendiendo a ciertas dificultades para mantener la atención en entornos digitales o a una falta de conocimiento disciplinar. Esto favorece los procesos metacognitivos orientados a revisar colaborativamente sus propias prácticas docentes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco de los subsidios de investigación de los proyectos UBACYT N° 20020220100116BA, FONCYT-PICT-2021-295 y CONICET-PIP N° 11220210100203C0.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Figueroa, I., Pezoa, E., Elías, M. y Díaz, T. (2020). Habilidades de Pensamiento Científico: Una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la formación inicial docente. *Revista de estudios y experiencias en educación*, *19*(41), 257-273. https://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201941figueroa14

Koerber, S., y Osterhaus, C. (2019). Individual Differences in Early Scientific Thinking: Assessment, Cognitive Influences, and Their Relevance for Science Learning. *Journal of Cognition and Development*, 1-24. https://doi.org/10.1080/15248372.2019.1620232

Lorenzo, M. G. (2023). Nuevas Actividades para escenarios Desafiantes: Elementos de Diseño hacia una Enseñanza Expandida de las Ciencias Experimentales. *Campo Universitario*, *4*(8), 17-34. https://campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/86/209

Manassero, M. y Vázquez, A. (2020). Pensamiento científico y pensamiento crítico: competencias transversales para aprender. *Indagatio Didactica*, *12*(4), 401-420. https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21808

McComas, W. (Ed.). (2014). *The Language of Science Education. An Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Teaching and Learning*. Sense Publishers.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998.) *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Morata.

Sepúlveda, A., Minte, A., Villalobos, A., Peña, S. y Díaz, D. (2023). Habilidades de pensamiento científico en los textos escolares de ciencias naturales. *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación, 9*(17), 43-61. https://ve.scielo.org/pdf/arete/v9n17/2443-4566-arete-9-17-43.pdf

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1ntDN0drdDXdPQvpV1G2MlbArcDFDp7LT/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.10

CINÉTICA QUÍMICA: MEDIR, GRAFICAR E INTERPRETAR

David Picón*

Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, Argentina.
dpicon@campus.ungs.edu.ar

Irene Lazzarini Behrmann

Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, Argentina.
ilazzarini@campus.ungs.edu.ar

María Alejandra Daniel

Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, Argentina.
mdaniel@campus.ungs.edu.ar

Belén Ponce

Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, Argentina.
mponce@campus.ungs.edu.ar

Pedro Flores

Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, Argentina.
paflores@campus.ungs.edu.ar

Helena M. Ceretti

Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines, Argentina.
hceretti@campus.ungs.edu.ar

Resumen

Cinética es una unidad didáctica transversal en diversas asignaturas de química. Este tema se aborda en la asignatura Química Inorgánica, cursada por estudiantes de la Tecnicatura Universitaria en Química, Ingeniería Química y Licenciatura en Ecología de la Universidad Nacional de General Sarmiento. Los textos universitarios de química general presentan el tema utilizando la ley integrada de velocidad. Sin embargo, debido a la heterogeneidad en el conocimiento matemático de los y las estudiantes que cursan la materia, es necesario plantear alternativas didácticas que permitan enseñar cinética sin que la matemática sea una barrera. En este trabajo se presenta una modalidad implementada en Química Inorgánica para enseñar cinética química, utilizando métodos gráficos para determinar la ley de velocidad a partir de datos obtenidos por las y los estudiantes en el laboratorio: cinética de descomposición del agua oxigenada. Además, se describe un experimento demostrativo para visualizar el efecto de un catalizador. Se presentan los resultados obtenidos en la evaluación del tema para ocho semestres de cursada.

Palabras clave: *cinética de reacción; velocidad de reacción, velocidades iniciales; método gráfico; actividad experimental.*

1. INTRODUCCIÓN

La noción de velocidad está presente en el quehacer diario, por ejemplo, se camina rápido para llegar a horario, se leen las señales de tránsito que indican las velocidades máximas y mínimas en calles, avenidas o autopistas. En un contexto de enseñanza y aprendizaje, el concepto de velocidad se formaliza en cursos introductorios de física o fisicoquímica desde la escuela media. En cambio, la aproximación a la cinética química

ISBN 978-987-47159-9-9

en la vida cotidiana es menos evidente y se la emplea de manera empírica. Así por ejemplo, el prospecto de un medicamento describe la velocidad de absorción en el organismo o el tiempo de acción del principio activo, se presta atención a la fecha de vencimiento de un alimento cuando se adquiere y se siguen las instrucciones para su preservación (temperatura, humedad, etc.), también cuando se emplea un pegamento es frecuente que se deba esperar un cierto tiempo antes de usar el objeto reparado, o se deben mezclar en un cierto orden y proporción dos productos que vienen en envases diferentes (uno de ellos suele ser un catalizador) para que el pegamento actúe eficazmente, algunos colores se degradan más rápidamente que otros cuando se exponen al sol (caso del color azul, por ejemplo).

Cinética química es un tema presente desde las primeras asignaturas de química. Es uno de los tópicos de química que presenta mayor dificultad para aprender (Bain y Towns, 2016; Shallcross, 2024). Los conceptos básicos, como la definición de velocidad de reacción, el efecto de la concentración de los reactivos en la velocidad, el significado del orden de reacción y su relación con el mecanismo de reacción, resultan complejos de comprender para las y los estudiantes (Bain y Towns, 2016; Jere y Mpeta, 2024). Se ha reportado que la falta de dominio en los conceptos básicos de matemática genera problemas en la comprensión de conceptos de química relacionados con dichas nociones (Bain y Towns, 2016). Existen muy pocos estudios a nivel universitario que se enfoquen en el desarrollo de estrategias para enseñar cinética química. Algunos trabajos proponen emplear herramientas de simulación y planillas de cálculo para mejorar la enseñanza de este tópico, otros son más tradicionales como el aprendizaje cooperativo o enseñanza por analogía (Marzabal, 2018; Jere y Mpeta, 2024). En este sentido, un abordaje integrado teórico-práctico, en el que cada estudiante realice experimentos, mediciones y procese datos en el laboratorio, puede contribuir a una mejor comprensión.

Desde los inicios de la actividad académica en la UNGS (año 1996), las materias de química estaban orientadas a carreras para no químicos (Cukiernik, 2003), es así que el tema cinética química se enseñó con un enfoque fuertemente procedimental. Luego, con la creación de la Tecnicatura Universitaria en Química en el año 2011, la unidad de cinética química pasó a ser un contenido en la materia de Química Inorgánica.

El objetivo de esta propuesta, consiste en presentar la modalidad de trabajo basada en la obtención de datos experimentales, su tratamiento e interpretación para enseñar la unidad didáctica cinética química en la materia Química Inorgánica. La misma pone el énfasis en la medición de datos experimentales en el laboratorio y el empleo de métodos gráficos sencillos para su análisis e interpretación que requiere conocimientos matemáticos adquiridos en su mayoría en la escuela media (representación en sistemas de coordenadas x-y, ecuación de la recta para obtener una pendiente, linealización de datos, etc). Se incluye también una sucinta descripción del tratamiento de cinética en los textos de Química General recomendados en la bibliografía. Finalmente, se presentan los resultados alcanzados por los y las estudiantes a lo largo de 8 cursadas.

1.1 Cinética química en las trayectorias académicas de las carreras de la UNGS

Dentro de la currícula de las carreras vinculadas a la química que ofrece la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), cinética química se aborda de manera secuencial en distintas asignaturas (ver FIGURA 1).

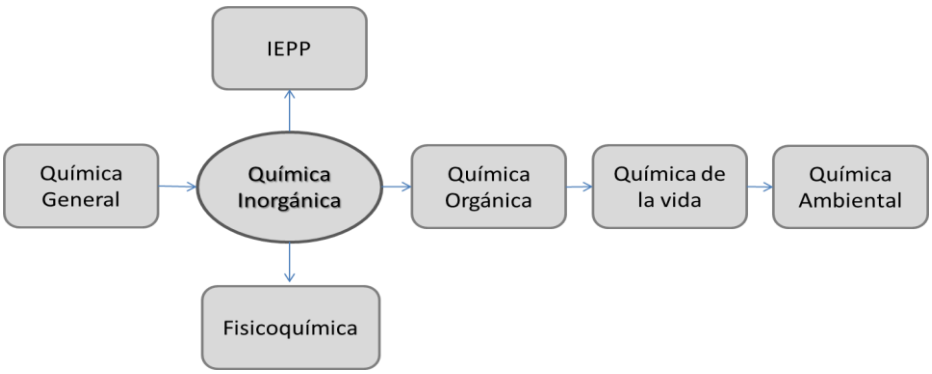


FIGURA 1. *Esquema de materias de la TUQ, IQ, LEcol con contenidos de cinética.*

ISBN 978-987-47159-9-9

La primera aproximación se realiza en Química General (QG), mediante una actividad experimental demostrativa que consiste en la reacción entre $FeCl_3$ y KI en presencia de almidón para visualizar el cambio de color y se mide el tiempo necesario para que la solución se torne azul. Se discuten los resultados y se construye un gráfico cualitativo de $[I_3^-]$ en función del tiempo. Esta asignatura es cursada por las y los estudiantes de la Tecnicatura Universitaria en Química (TUQ), Ingeniería Química (IQ), Licenciatura en Ecología (LEco) y otras ingenierías. Regularizada QG, pueden cursar Química Inorgánica (QIno), donde cinética química constituye una unidad didáctica del programa de estudio. En QIno, se estudia la velocidad de reacción de manera cuantitativa, para lo cual se realiza un trabajo experimental que permite determinar la ley de velocidad de una reacción. Además, se avanza hacia la visión molecular con el concepto de mecanismo de reacción y se explica la dependencia de la constante de velocidad con la temperatura utilizando la ecuación de Arrhenius.

Los contenidos de cinética química discutidos en QIno se abordan de manera transversal en los trayectos formativos de la TUQ, IQ y LEco. En Química Orgánica se discuten tanto los mecanismos de reacciones orgánicas, como también el concepto de catálisis en aquellas reacciones que lo requieran. En Química de la Vida se retoman los conceptos de velocidad de reacción para estudiar el modelo de cinética enzimática de Michaelis-Menten. A su vez en Fisicoquímica (materia que cursan los estudiantes de IQ) se profundiza en la resolución de las ecuaciones diferenciales para la ley de velocidad. En Química Ambiental se discute el mecanismo de generación y descomposición del ozono en las capas superiores de la atmósfera. Finalmente, en Introducción al Equipamiento y Procesos de Planta se discuten los factores que afectan a la velocidad de las reacciones químicas, con énfasis en la catálisis.

Dependiendo de la carrera, varían los requisitos de correlatividades y el semestre en el cual se recomienda cursar QIno. Sin embargo, las y los estudiantes deberían haber cursado al menos una materia de matemática previamente a QIno. En consecuencia, la población de estudiantes que cursa QIno es heterogénea en cuanto al grado de avance en sus respectivas carreras y también en relación a los conocimientos, habilidades y herramientas matemáticas adquiridas.

2. MARCO TEÓRICO

En los textos universitarios de química general de nivel inicial, el estudio de la cinética química se aborda utilizando la ecuación diferencial de velocidad de reacción. Se presenta la definición de velocidad de reacción: $V = \Delta[\text{concentración}]/\Delta t$, ajustando con coeficientes estequiométricos y signos para el caso de reactivos y productos. La velocidad instantánea se define como la pendiente de la recta tangente a la curva de concentración en función del tiempo. Por ejemplo, en un gráfico de concentración de reactivo en función del tiempo ([R] *vs* t), la pendiente de la recta tangente corresponde con $\Delta[R]/\Delta t = \Delta Y/\Delta X$, siendo $V = -\Delta[R]/\Delta t$ (Petrucci, 2011; Chang, 2013). En otros textos, directamente definen la velocidad instantánea a partir del concepto de diferencial, $V = -d[R]/dt$. De esta manera, la pendiente de la recta tangente, para un gráfico de [R] *vs* t, es $d[R]/dt = dY/dX$ (Atkins, 2010; Petrucci, 2011). En la bibliografía revisada, la velocidad instantánea se determina usando los datos experimentales de concentración y tiempo presentados en tablas, pero no se emplea un gráfico para trazar la recta tangente y calcular la velocidad inicial. Si bien se menciona que el resultado es más preciso usando el método gráfico basado en la tangente, pues minimiza los errores inherentes a los datos experimentales, no se detalla cómo resolver la velocidad utilizando esta estrategia (Petrucci, 2011). A continuación, se describe el método de las velocidades iniciales para introducir el concepto de órdenes de reacción, empleando gráficos de velocidad inicial en función de la concentración inicial. Se muestra la dependencia de la velocidad con la concentración para los casos de reacciones de primer y segundo orden (Atkins, 2010; Chang, 2013). Sin embargo, se utiliza el procedimiento analítico para determinar el orden de la reacción (cocientes de velocidades). En las fuentes bibliográficas consultadas, la ley de velocidad es planteada usando la ecuación diferencial de velocidad que resulta de la relación entre la concentración de reactivos en función del tiempo. En forma general: $-d[R]/dt = k[R]^n$, con n = 0, 1, 2; al resolver esta ecuación se obtienen los distintos órdenes de reacción. Más allá del resultado, la estrategia planteada en los libros consiste en identificar el orden de reacción respecto de un reactivo utilizando el gráfico característico de [R] en función del tiempo.

ISBN 978-987-47159-9-9

Para las o los estudiante de QIno que recurren al texto, este enfoque puede resultar dificultoso si no poseen aún los conocimientos matemáticos.

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque didáctico: Cinética en la asignatura Química Inorgánica

La unidad didáctica Cinética Química se desarrolla en 10 horas reloj. Se presentan las definiciones de velocidad media y velocidad instantánea, se enseña el procedimiento para determinar las mismas por el método de las velocidades iniciales a partir de la recta tangente. Se presenta el concepto de velocidad inicial y luego se introduce la ley de velocidad. Se representa gráficamente la dependencia de la velocidad inicial con la concentración de reactivo para un orden de reacción específico. Por ejemplo, en una reacción de primer orden, la velocidad varía linealmente con la concentración del reactivo ($V_o = k[R]$). Como la dependencia es lineal, calculando la pendiente de la recta se puede determinar la constante específica de velocidad. Esta metodología, también se aplica a las reacciones de orden cero y segundo orden. En la resolución de los problemas de la Guía de Estudio, se emplea la comprobación de hipótesis donde se suponen órdenes de reacción para la ley de velocidad. Esa suposición debe ser contrastada con el gráfico que se realiza a partir de los datos del problema. Se explica la dependencia de la constante de velocidad con la temperatura y se introduce el concepto de energía de activación (ecuación de Arrhenius). Los ejercicios propuestos consisten en determinar gráficamente la energía de activación para una reacción, a partir del gráfico de ln *k vs* 1/T. Luego se introduce la perspectiva atómico-molecular asociada al concepto de mecanismo de reacción. Finalmente, se discute el efecto de un catalizador sobre la velocidad de una reacción y se explican brevemente los términos catálisis en fase homogénea y en fase heterogénea. Los conceptos de cinética se retoman en la última unidad didáctica de QIno cuando se presentan los métodos de obtención de sustancias químicas inorgánicas de interés industrial (amoníaco, ácido sulfúrico, ácido nítrico, etc.). Se explica el compromiso entre los aspectos cinéticos y termodinámicos en las reacciones involucradas. Los conceptos vistos en las clases teórico-práctica se ponen en práctica en el laboratorio al realizar un trabajo práctico experimental para determinar la ley de velocidad de una reacción y una actividad demostrativa vinculada a catálisis.

3.2. Determinación de la Ley de velocidad de descomposición del agua oxigenada

Esta actividad tiene como objetivo determinar la ley de velocidad para la reacción de descomposición de agua oxigenada catalizada por ioduro, siendo los objetivos de aprendizaje, familiarizarse con los conceptos de velocidad de reacción y orden de reacción, ejercitar el manejo de datos experimentales, su tratamiento y análisis. Para realizar las experiencias se arma el dispositivo que se muestra en la FIGURA 2. Se realizan siete experiencias con distintas concentraciones iniciales de H_2O_2 y KI (FIGURA 3A). Se registra el tiempo necesario para generar 1 mL de O_2 (g), se hacen mediciones desde 0 hasta 20 mL de O_2 (g), se registran la temperatura y presión atmosférica. Este trabajo práctico se realiza en 2 horas reloj.

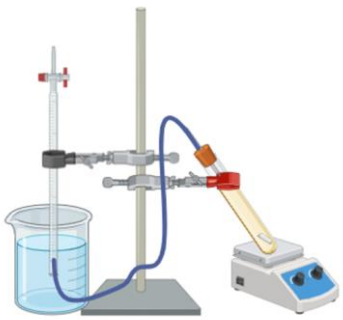


FIGURA 2. *Esquema del dispositivo experimental utilizado.*

Con respecto al procesamiento de datos medidos, se realizan los cálculos de concentración de H_2O_2

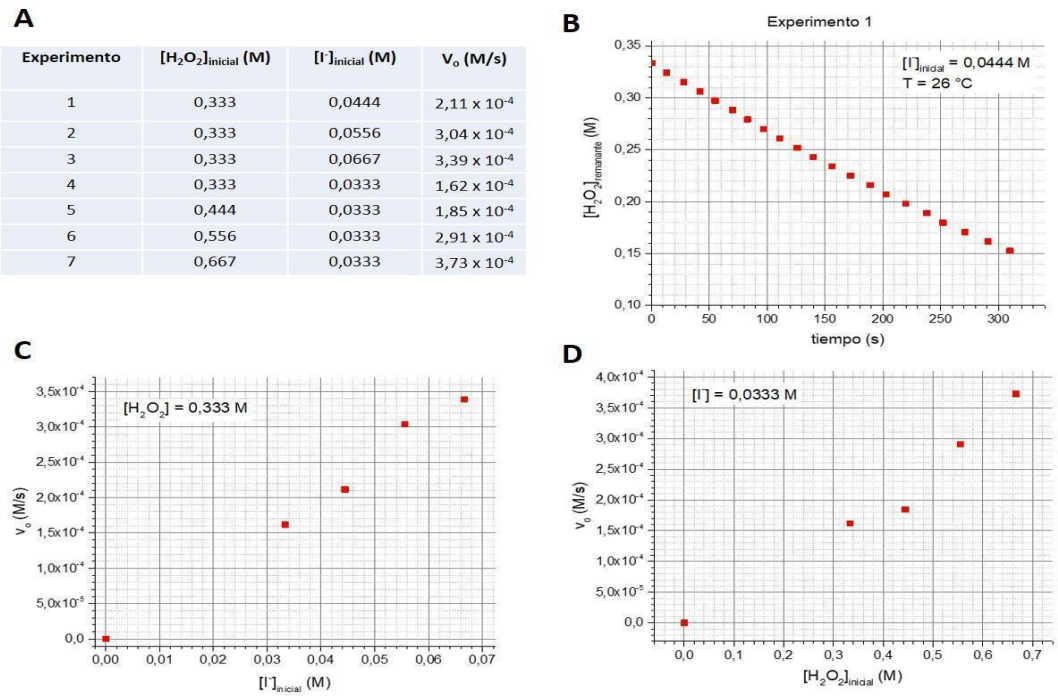
ISBN 978-987-47159-9-9

remanente ($[H_2O_2]_{remanente}$) correspondiente a cada volumen de oxígeno desprendido, para lo cual se emplean conceptos de estequiometría, soluciones y leyes de los gases vistos en QG. A partir de los gráficos de $[H_2O_2]_{remanente}$ *vs* tiempo para cada experiencia se determina la velocidad inicial (V_o), mediante la pendiente de la recta tangente a tiempos cercanos a cero (FIGURA 3B). A continuación, se construyen los gráficos V_o *vs* $[I^-]$ y V_o *vs* $[H_2O_2]$ para aquellos experimentos donde las concentraciones de H_2O_2 y I^- son constantes respectivamente (FIGURA 3C y D). Empleando estos gráficos se determina el orden de reacción respecto a cada reactivo y el valor de la constante específica de velocidad, *k* (Nelson y Kemp, 2003; Guía de Laboratorio de Química Inorgánica, 2023).

Si bien desde el punto de vista experimental es una práctica sencilla, permite adquirir destreza manual en el laboratorio (armado del dispositivo, uso de material volumétrico, empleo de un cronómetro, etc.). Además, introduce a las y los estudiantes en el tratamiento y análisis de datos experimentales. Cada grupo de trabajo (dos estudiantes) realiza un informe escrito que se debe entregar a la semana siguiente de la realización del trabajo práctico para su corrección. Cabe mencionar que la Guía de Estudio de QIno contiene problemas diseñados con las mismas estrategias y conceptos mencionados previamente. De este modo teoría y práctica se refuerzan mutuamente.

Desde el punto de vista actitudinal esta dinámica de grupos promueve la interacción entre estudiantes que comparten una mesada. Conjuntamente deben asignar un nombre a la mesada con el cual identificarse para luego volcar los datos medidos en una planilla de Google Drive previamente confeccionada y compartida por los docentes. Estos aspectos colaborativos resultan beneficiosos y favorecen la integración entre estudiantes.

El trabajo con datos experimentales medidos en el laboratorio es un eje procedimental que atraviesa a las materias de Química, como así también la representación gráfica de valores medidos, el análisis de tendencias y su interpretación en función de algún modelo o hipótesis. En tal sentido esta propuesta constituye un primer escalón que será aplicado y profundizado en materias sucesivas.



Experimento	$[H_2O_2]_{inicial}$ (M)	$[I^-]_{inicial}$ (M)	V_o (M/s)
1	0,333	0,0444	$2,11 \times 10^{-4}$
2	0,333	0,0556	$3,04 \times 10^{-4}$
3	0,333	0,0667	$3,39 \times 10^{-4}$
4	0,333	0,0333	$1,62 \times 10^{-4}$
5	0,444	0,0333	$1,85 \times 10^{-4}$
6	0,556	0,0333	$2,91 \times 10^{-4}$
7	0,667	0,0333	$3,73 \times 10^{-4}$

FIGURA 3. *Resultados obtenidos para una mesada en el trabajo práctico correspondientes al primer semestre del 2023. A) Tabla de datos para los 7 experimentos. B) Gráfico de $[H_2O_2]_{remanente}$ vs tiempo (Experimento 1). C) y D) Gráficos de velocidad inicial vs concentración de I^- y H_2O_2, respectivamente.*

3.3. *Efecto de un catalizador*

Esta actividad demostrativa la realizan los docentes con el objetivo de observar el efecto de un

ISBN 978-987-47159-9-9

catalizador sobre la velocidad de reacción de descomposición del agua oxigenada. Se coloca en dos probetas solución de H_2O_2 (100 volúmenes) y unas gotas de detergente. En una de ellas se agregan gotas de una solución de KI y se observan los cambios. La generación de abundante espuma pone de manifiesto de manera vistosa el efecto del catalizador al comparar con la probeta sin catalizador (Ruekberg y Freeman, 2020). Esta actividad permite abordar los conceptos de energía de activación y efecto de un catalizador en el mecanismo de reacción. Se observa siempre un gran entusiasmo en la audiencia, el clima motivador es aprovechado para formular preguntas, postular hipótesis e intercambiar ideas.

4. DISCUSIÓN

El registro sistemático de datos en QIno empleando herramientas digitales permite hacer un seguimiento y evaluación de contenidos y propuestas académicas (Aguilar, 2022). La unidad didáctica Cinética Química forma parte del primer parcial. El problema de cinética requiere que las y los estudiantes obtengan los parámetros de la ley de velocidad de una reacción química a partir de los gráficos de velocidad inicial *vs* concentración que se presentan en el enunciado. Se evalúa la interpretación de los gráficos, la determinación de órdenes de reacción y constante específica de velocidad con sus respectivas unidades. Además, se suele incluir un ítem referido a mecanismo de reacción y/o dependencia de la velocidad con la temperatura. El criterio de evaluación es el siguiente: bien (**B**) si se resolvió más del 75 % del problema de manera correcta; regular (**R**) corresponde a un 50-75 % del problema bien resuelto y mal (**M**) menos del 50 % del problema bien resuelto.

La FIGURA 4 muestra los porcentajes de respuestas (**M**, **R** o **B**) obtenidos en el problema de cinética del primer parcial para ocho semestres, los mismos se calcularon en función de la cantidad de estudiantes presentes. En los tres primeros semestres considerados (2S 2018, 1S 2019 y 2S 2019) el porcentaje de estudiantes que resolvió menos del 50% del problema de manera satisfactoria (**M**) resultó inferior al 35 %. Desde el 1S 2023, se observa una ligera mejora en los resultados respecto al 2S 2022, donde aumenta el porcentaje de respuestas correctas (**B**), mientras que las respuestas incorrectas (**M**) tienden a decrecer. En los últimos tres semestres, el porcentaje de estudiantes con respuestas calificadas como regular (**R**) se mantiene casi constante. Estos resultados sugieren una leve mejora en la comprensión del tema. No obstante, el porcentaje de respuestas incorrectas es considerablemente elevado.

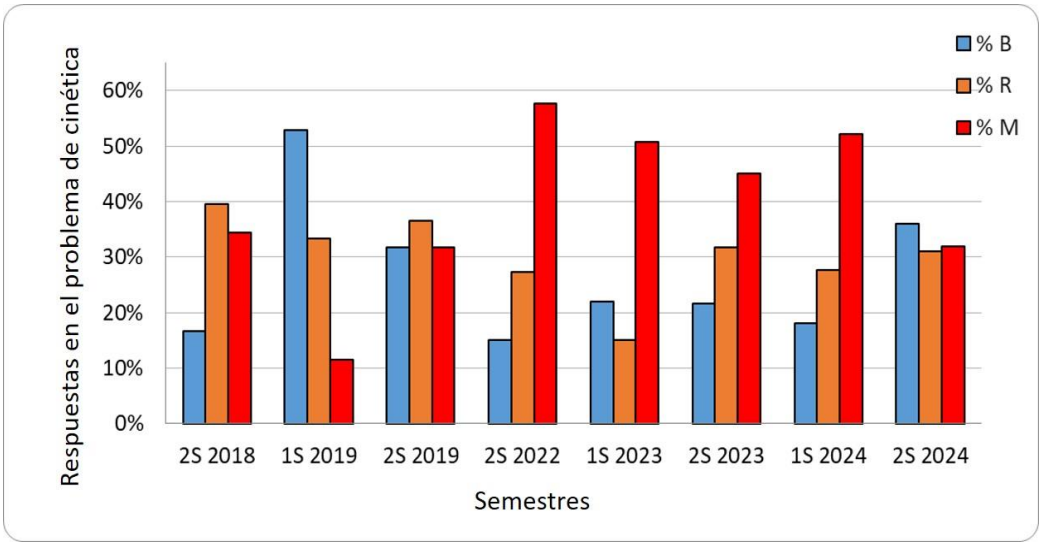


FIGURA 4. *Porcentaje de respuestas en el problema de cinética (primer parcial de Qca Inorgánica):* ***B*** *(correcto > 75 % del problema),* ***R*** *(50-75 % correcto),* ***M*** *(porcentaje < 50 % bien resuelto).*

Con el afán de reflexionar sobre las posibles causas de este fenómeno, es necesario hacer dos consideraciones de contexto general externas a la asignatura. Por un lado, para adaptarse a los requerimientos de acceso irrestricto a la universidad, de acuerdo a la Ley de Educación Superior, a partir del 1S 2019 la UNGS

cambió el curso de aprestamiento universitario (CAU) por talleres integrados orientados (TIOs). Este hecho comenzó a impactar a partir del 2S 2019 en QIno pues parte de las y los estudiantes que cursaron la materia tuvieron ya esta nueva modalidad de ingreso. Por otro lado, en 2020 y 2021 las medidas sanitarias adoptadas debido a la pandemia afectaron de manera general a todo al ámbito educativo.

El análisis de los datos presentados y el diálogo con las y los estudiantes ponen de manifiesto la necesidad de reforzar habilidades matemáticas, tales como representaciones gráficas en ejes de coordenadas x-y, cálculo de la pendiente de una recta, etc. En tal sentido, en espacios adicionales al horario de clase, se han comenzado a ofrecer talleres orientados. Los datos para el 2S 2024 sugieren un efecto positivo de estas estrategias de acompañamiento.

5. CONCLUSIONES

En la materia Química Inorgánica dictada en la UNGS se ha implementado desde sus orígenes una modalidad integrada teórico-práctica y el uso de métodos gráficos a partir de datos experimentales para enseñar cinética química. Esta estrategia combinada ofrece una alternativa para abordar el tema cuando la población estudiantil posee un nivel heterogéneo de conocimientos de matemática.

La metodología aplicada en un entorno experimental, permite determinar la ley de velocidad de una reacción y visualizar el efecto del catalizador. Desde un enfoque procedimental, trabajar con datos obtenidos en prácticas de laboratorio resulta motivador para las y los estudiantes, observándose un alto grado de compromiso, interés y participación en dichas actividades.

El seguimiento de los resultados obtenidos en las evaluaciones es un factor clave para detectar dificultades y proponer alternativas de acompañamiento con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, A., Lazzarini Behrmann, I., Reciulschi, E., Cerdeira, S. y Ceretti, H. (2022) Nuevas herramientas para analizar datos académicos. Un ejemplo de aplicación en Química Inorgánica. En S. A. Hernández (Compiladora) *Actas de las XII Jornadas Nacionales y IX Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica: JEQUSST 2022* / - 1a ed., pp. 546-551, Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Asociación Química Argentina. https://www.aqa.org.ar/images/EducacionQuimica/Jornadas2022.pdf

Atkins, P., y Jones, L. Chemical Principles: the quest for insight. (2010). W. H. Freeman and Company.

Bain, K., y Towns, M. (2016) A review of research on the teaching and learning of chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice, 17*, 246-262.

Chang, R., y Goldsby, K. (2013). Química. Mc Graw Hill.

Cukiernik, F., Montserrat, J. Zalts, A., Ramírez, S., Vullo, D., Hughes, E., Ceretti, H, Reciulschi, E. (2003). Diseño y estructuración de la enseñanza de una disciplina troncal: criterios orientadores y estrategias pedagógicas. *En Enseñar y aprender en la universidad: ponencias de la Primera Jornada sobre Docencia de la Universidad Nacional de General Sarmiento 2001, 319-331. Ediciones Al Margen.*

Guía de Laboratorio de Química Inorgánica (2023). Universidad Nacional de General Sarmiento.

Jere, S., y Mpeta, M. (2024). Enhancing Learners' Conceptual Understanding of Reaction Kinetics Using Computer Simulations – A Case Study Approach. *Research in Science Education, 54*, 999-1023.

Marzabal, A., Delgado, V., Moreira, P., Barrientos, L., Moreno, J. (2018) Pedagogical content knowledge of chemical kinetics: experiments selection criteria to address students´ intuitive conceptions. *Journal of Chemical Education, 95*, 1245-1249.

Nelson, J., y Kemp, K. (2003) Laboratory Experiments, Chemistry, The Central Science. Prentice Hall.

Petrucci, R., Herring, F., Madura, J. y Bissonnette, C. (2011) Química General. Pearson Education.

Ruekberg, B., y Freeman, D. (2020) Elephant's Toothpaste Used as a Qualitative Demonstration of Rate versus Temperature. *Journal of Chemical Education, 97*(4), 1061-1067.

ISBN 978-987-47159-9-9

Shallcross, D., Davies-Coleman, M., Lloyd, C., Heslop, B., Eastman, B., Baldwin, T., Franklin, S. (2024) Smart worksheets and their impact on a second year chemical kinetics course. *Journal of Chemical Education, 101*, 1735-1740.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1sHTkVy-3tbgxmtY6WHykVayElxLGTQ14/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B 1.11

Resumen y video

PROPUESTA DE ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN DEL TEMA TERMOQUÍMICA EN ESTUDIANTES DEL PROFESORADO DE QUÍMICA Y FÍSICA

Mariela Judith Llanes

Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.
mjllanes@uncaus.edu.ar

Magda Andrea Figueroa

Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.
mfigueroa@uncaus.edu.ar

Laura Alejandra Núñez

Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.
lauranunez@uncaus.edu.ar

Mario Rolando Molina

Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.
mmolina@uncaus.edu.ar

Resumen

El presente trabajo tiene como propósito mostrar que la implementación de una estrategia de enseñanza integradora de temas de Termoquímica optimiza la conexión entre los aspectos teóricos y prácticos en la formación de futuros docentes de Física y de Química de la Universidad Nacional del Chaco Austral. Para ello, se implementó una modificación en las guías de trabajo práctico de Química General de las carreras de profesorado en Ciencias Químicas y del Ambiente y Profesorado de Física. Esta modificación incluyó una instancia de trabajo autónomo de lectura comprensiva y búsqueda bibliográfica, un trabajo grupal para la resolución de problemas y la realización de experimentos, así como el análisis de resultados obtenidos, buscando establecer su relevancia en la vida cotidiana. Los estudiantes opinaron que es interesante trabajar integradamente con procesos reales. Se decidió emplear esta modalidad con otros temas de Química General.

Palabras clave: *termoquímica; enseñanza en Química, estrategia de enseñanza; formación docente.*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1sHbN5Uss87gsgWbcxSPwldo6mmVQaYB4/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.12

LA QUÍMICA EN LA COCINA: UNA EXPERIENCIA COTIDIANA EN EL AULA

Macarena Eugui*

Departamento de Química del Litoral, CENUR Litoral Norte Sede Paysandú, Universidad de la República, Departamento de Paysandú, Uruguay.
macarenaeugui@gmail.com

Magdalena Irazoqui

Departamento de Química del Litoral, CENUR Litoral Norte Sede Paysandú, Universidad de la República, Paysandú, CP 60000, Uruguay.
magdalenairazoqui@gmail.com

Agustina Balatti

Departamento de Química del Litoral, CENUR Litoral Norte Sede Paysandú, Universidad de la República, Paysandú, CP 60000, Uruguay.
agusbalatti@gmail.com

Ana Paula Paullier

Departamento de Química del Litoral, CENUR Litoral Norte Sede Paysandú, Universidad de la República, Paysandú, CP 60000, Uruguay.
appaullier@gmail.com

Lucía Pareja

Departamento de Química del Litoral, CENUR Litoral Norte Sede Paysandú, Universidad de la República, Paysandú, CP 60000, Uruguay.
pareja.lucia@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presentará un resumen de los cursos "Química en la cocina" edición 2020, "Mi cocina es un laboratorio" edición 2021, "Cocina: un laboratorio en tu casa" edición 2022 de Educación Permanente dictados por docentes del Departamento de Química del Litoral, CENUR Litoral Norte, Udelar. Los mismos fueron enfocados a docentes de secundaria y se centran en temas presentes en el plan de estudio de - a - de secundaria. Estos cursos tienen como objetivo estudiar la química de los alimentos y sus transformaciones mediante la realización de recetas sencillas, en las cuales, luego de su elaboración se les brindará una explicación científica de lo sucedido durante todo el proceso. Contemplando los cambios que experimenta la materia y las reacciones químicas allí presentes. El objetivo principal es brindar apoyo a los docentes y crear espacios de diálogo e intercambiar entre la universidad y la comunidad educativa, estimulando la participación activa de los adolescentes en el mundo de la ciencia, promoviendo una percepción positiva de la química en la sociedad y desafiar los estereotipos negativos asociados a esta disciplina.

Palabras clave: *Química; alimentos; transformaciones; reacciones; enseñanza desde casa.*

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad de la República en Uruguay, ofrece una amplia gama de cursos de Educación Permanente, cuya misión es proporcionar instancias de formación continua que permitan enfrentar los desafíos derivados de los constantes cambios en las prácticas profesionales, la producción, el mundo laboral y la sociedad

ISBN 978-987-47159-9-9

en general. Estos cursos representan una oportunidad única para que quienes no están vinculados al ámbito universitario puedan establecer o mantener un nexo con la Universidad. Cada año, la oferta se renueva y se adapta, abarcando actividades de actualización, capacitación, perfeccionamiento, nivelación, reorientación, complementación curricular y especialización no formal. Estas propuestas están dirigidas a profesionales, trabajadores, actores del sector productivo y al público en general, garantizando el acceso a una educación universitaria inclusiva y continua a lo largo de toda la vida (Udelar, https://udelar.edu.uy/eduper/).

En este contexto, docentes del Departamento de Química del Litoral del CENUR Litoral Norte, con sede en Paysandú, presentaron durante tres años consecutivos diversas propuestas que combinaron la química con la cocina. Estas iniciativas incluyeron "Química en la cocina" en 2020, "Mi cocina es un laboratorio" en 2021, y "Cocina: un laboratorio en tu casa" en 2022, dirigidas a docentes de educación primaria y secundaria de nuestro país. Su enfoque fue la búsqueda de contextos cotidianos para realizar ciencias experimentales de manera de promover el interés de los estudiantes en el área química. Los tres cursos siguieron un enfoque similar: primero, se propuso la realización de recetas culinarias y, posteriormente, se discutió desde una perspectiva química lo que ocurría durante cada preparación, analizando las transformaciones de la materia y las reacciones químicas y/o físicas involucradas.

Las primeras ediciones de estos cursos se llevaron a cabo en un contexto de emergencia sanitaria, cuando la presencia en laboratorios y aulas era inviable. Ante esta situación, los cursos se adaptaron al formato completamente virtual, donde la conveniencia de utilizar fenómenos químicos/físicos corrientes, permitió poder experimentar con el simple hecho de poder observar nuestra cocina con un enfoque diferente. Las actividades tuvieron como objetivo resignificar nuestra cocina como un laboratorio repleto de posibilidades, donde es posible enseñar y aprender desde conceptos simples como las mezclas hasta temas más complejos como la ósmosis. Cada receta de cocina sigue una estructura similar a los procedimientos de un laboratorio: utilizamos sustancias, instrumentos y técnicas, realizamos agitaciones, cambios de temperatura, disoluciones, entre otros procesos, para transformar la materia, al igual que en un laboratorio químico. En cada elaboración culinaria, se producen tanto reacciones químicas como físicas. La ciencia, en especial la química, no es ajena a nuestra vida cotidiana y en situaciones como las vividas en la pandemia fue necesario reinventar las prácticas de laboratorio y acercarlas al contexto cotidiano de todos y todas desde otra perspectiva, una más doméstica y accesible (Field, 2012; Furman, 2022; Gellom, Rosenvasser Feher, Furman y Golombek, 2018; Golombek y Schwarzbaum, 2015).

2. OBJETIVOS

Estos cursos tuvieron como objetivo generar nuevas experiencias de laboratorio que cumplan con los requerimientos teóricos de los programas educativos; pero utilizando como recurso la cocina de nuestra casa. Este objetivo general pudo alcanzarse a partir de los siguientes objetivos específicos:

- Vincular lo cotidiano con lo científico en particular al redactar las recetas como protocolos de laboratorio.
- Desarrollar experimentos con materiales accesibles en cualquier hogar.
- Crear material didáctico incluyendo protocolos, fichas de trabajo, juegos, cuaderno de observaciones, entre otros, que acompañen estas experiencias.
- Compartir e intercambiar con el resto de la comunidad educativa experiencias didácticas en ciencias.
- Diseñar en conjunto propuestas de enseñanza que acompañen las experiencias de cocina ensayadas.

3. METODOLOGÍA

3.1. Estructura de los cursos

Las tres instancias de los cursos constaron de talleres de 2-3 horas semanales sincrónicas durante 3 a 4 semanas. Previo a cada taller se enviaba material asociado a la receta a elaborar según el tema tratado en formato de protocolo. Luego durante el taller se realizaba una introducción al tema, dando las bases teóricas necesarias. Posteriormente se armaban grupos donde se discutían posibles conceptos asociados a dicha

ISBN 978-987-47159-9-9

temática y cómo se podrían implementar en el aula según el nivel educativo de los participantes. Las preguntas a contestar eran:

- ¿Qué puedo enseñar en el aula con estas experiencias?
- ¿Qué otros contenidos teóricos son necesarios?

Por último, se generaba una instancia de discusión final donde se abordaban diferentes experimentos y niveles de aplicación para los diferentes ejes temáticos.

Durante la primera edición trabajamos con recetas que contenían huevo y subproductos, leche y derivados; y por último frutas y hortalizas. En la segunda edición se trabajó con chocolate, grasas y aceites; y merengues. Por último, en la tercera edición se trabajó con helados, almidones y conservas. Las recetas proporcionadas eran con ingredientes cotidianos y económicos.

3.2. Materiales elaborados

Se generaron protocolos de trabajo asociados a las diferentes recetas, y una ficha general que los participantes completaron durante la elaboración. En dicha ficha se debía detallarla hipótesis del experimento, su diseño, las observaciones y conclusiones. Para la explicativa de los conceptos teóricos abordados durante los talleres se elaboraron como apoyo presentaciones del tipo diapositivas. Durante la primera edición (2020), las recetas se realizaron en vivo durante el taller, mientras que en las ediciones 2021 y 2022 se generaron videos con cada receta que fueron compartidos durante los talleres. Todos estos materiales fueron compartidos con los participantes.

3.3. Evaluaciones y medidas del impacto

Durante las tres instancias los participantes debían conectarse a todos los talleres (asistencia obligatoria). Previo a cada taller, se les proporcionaba la receta vía mail con la ficha a completar. Durante las discusiones grupales, los participantes compartían sus experiencias en la elaboración de las recetas con videos y fotos; y además se elaboraba en conjunto un resumen de posibles aplicaciones durante el aula según el nivel educativo al que se encontraban vinculados.

Al final de cada instancia se envió un formulario donde se consultaba la utilidad y aplicabilidad de los talleres a sus unidades curriculares a través de una encuesta a los participantes. En esta se consultaba sobre si haber participado de alguna de las ediciones ayudó en la formación profesional, académica o laboral de quienes participaron, si la información impartida en el curso fue utilizada durante sus clases y en particular que material fue de más ayuda.

4. RESULTADOS

4.1 Sobre los participantes

La primera edición contó con 88 participantes en su mayoría docentes de secundaria (85 %) de 14 departamentos; donde Paysandú, Montevideo, Salto y Rio Negro fueron las localidades más populares. La segunda edición contó con 47 participantes (91 % docentes de secundaria), y en la tercera edición participaron 22 también con una alta participación de docentes de secundaria.

4.2 Materiales elaborados

Para cada instancia sincrónica, se preparaban contenidos teóricos en base a diapositivas, videos y fotos paso a paso de los experimentos a realizar (FIGURA 1). Su nivel de profundidad permitía acompañar la discusión en los encuentros sincrónicos y constituían un apoyo visual y real a quienes no lograban realizar los experimentos en sus hogares. Previo a estos encuentros, los participantes recibían las recetas que debían reproducir y una ficha de trabajo a completar que simulaba el planteo de un experimento a partir del método científico, incluyendo objetivos, hipótesis, materiales y métodos, observaciones y conclusiones. En la FIGURA 2 se presentan ejemplos de los materiales elaborados para los talleres. Se observa a la izquierda una ficha tipo y a la derecha un protocolo (elaboración de chocolates), donde adecuamos la receta a un procedimiento experimental. Se solicitaba en lo posible enviar fotos o videos de las recetas logradas (FIGURA 3).

ISBN 978-987-47159-9-9

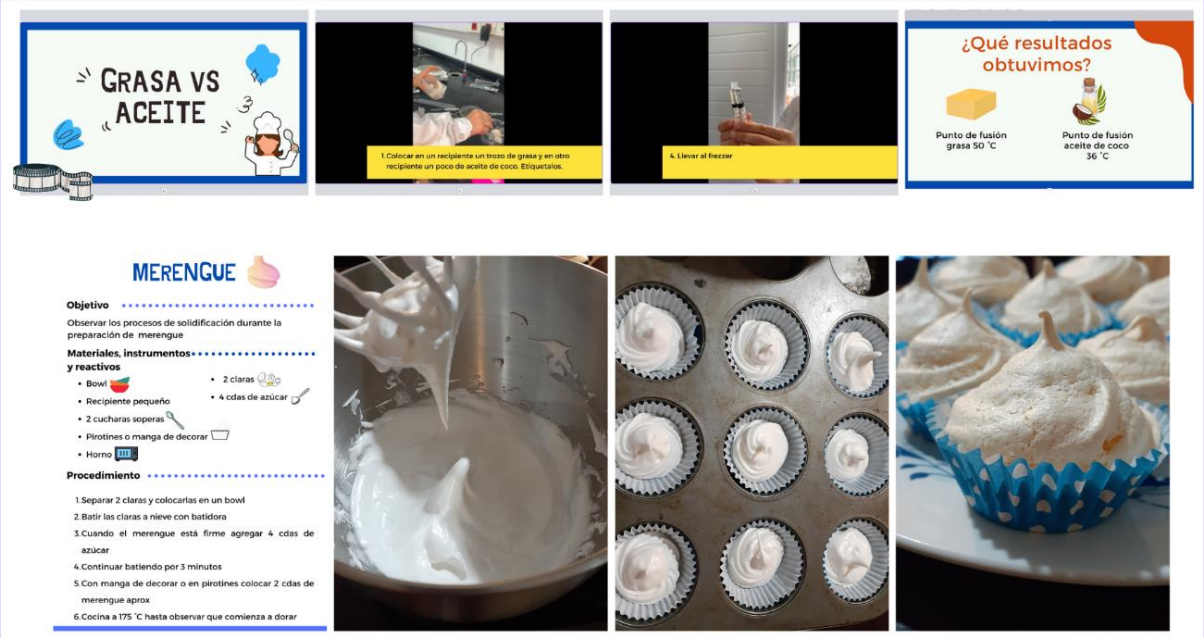


FIGURA 1. *Material que recibían de apoyo a las clases. (Arriba) videos del protocolo. (Abajo)*

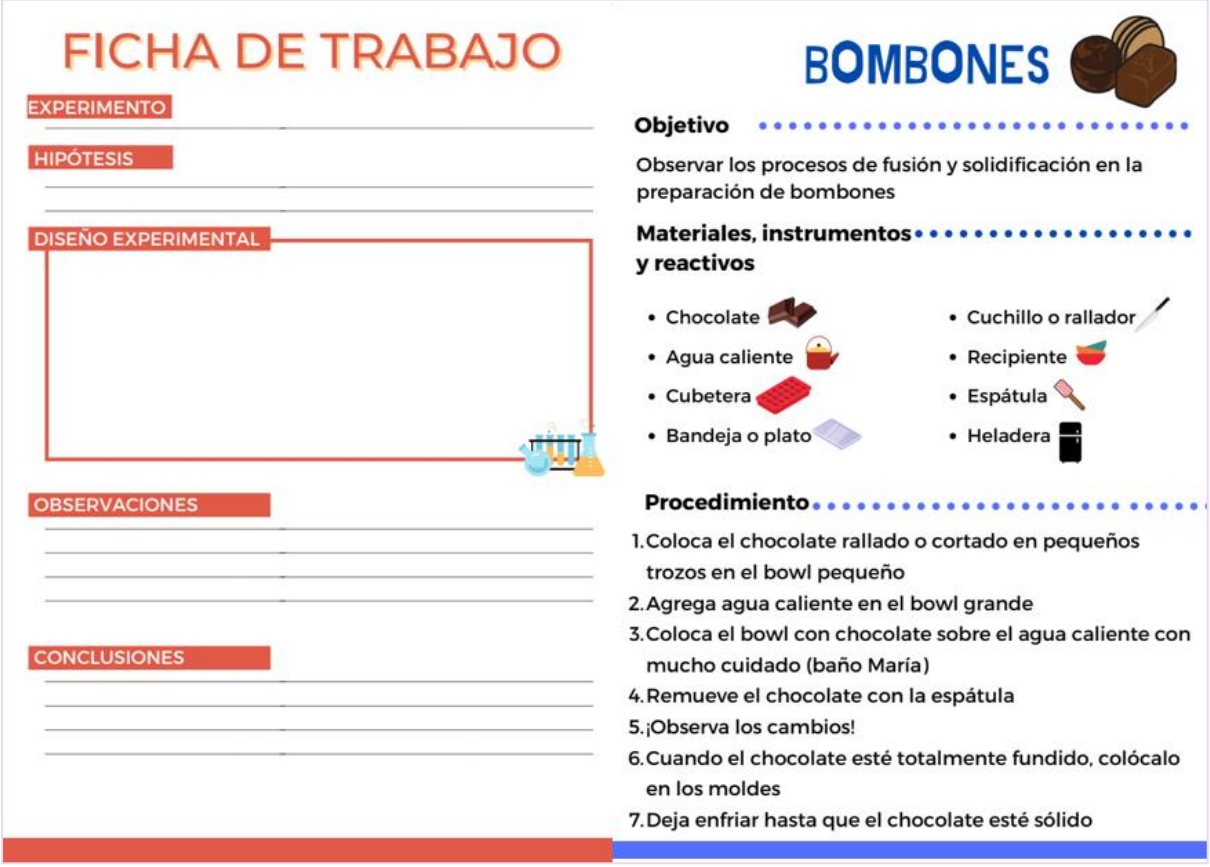


FIGURA 2. *Ejemplos de Ficha (izquierda) y protocolos (derecha) desarrollados para trabajar con los participantes.*

ISBN 978-987-47159-9-9

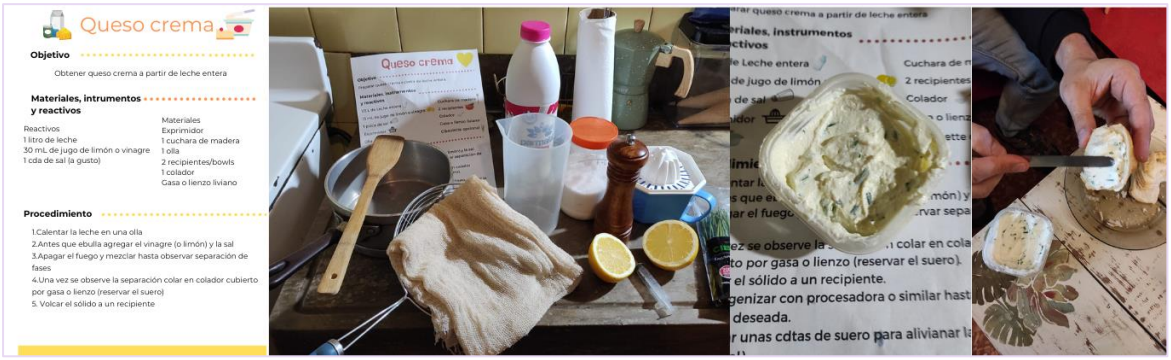


FIGURA 3. *Ejemplos de recetas realizadas por participantes de los cursos.*

4.3 Evaluaciones y medidas del impacto

Observando los resultados de la encuesta realizada; el 90 % asegura que los contenidos del curso fueron útiles en su formación. Aquellos que contestaron que el material no les fue útil, se debía principalmente a que su área de formación no eran las ciencias naturales. En relación al uso de las experiencias en las aulas, un 95 % respondió que logró implementarlas parcial o totalmente. Así mismo como se puede observar en la FIGURA 4, las recetas, el material teórico y la exposición del docente fueron los recursos más relevantes, seguidos por el material de apoyo que incluía los videos, fotos y/o ideas alternativas de experimentos; y por último las discusiones grupales de cómo aplicar los contenidos. En particular, los docentes de nivel inicial son los que resaltan la importancia de las discusiones teóricas grupales al final de cada experiencia.

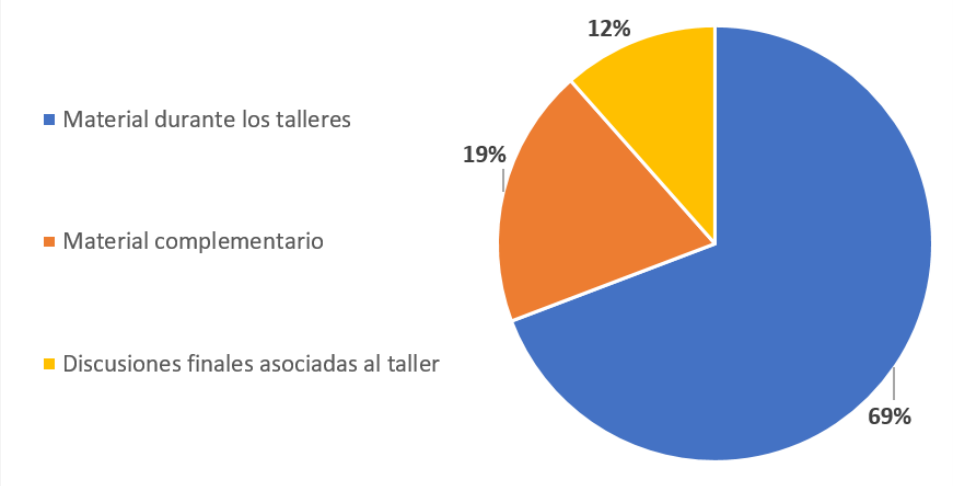


FIGURA 4. *Relevancia de los recursos utilizados en los cursos según los participantes.*

5. CONCLUSIONES

Los cursos destacan la posibilidad de enseñar y aprender química desde un contexto cotidiano como la cocina, lo que facilita la comprensión de conceptos complejos mediante ejemplos prácticos y cercanos a la vida diaria. La resignificación de la cocina como un laboratorio químico resulta innovadora y didáctica.

Las tres ediciones de los cursos han demostrado ser útiles para la mayoría de los participantes, especialmente aquellos que imparten materias relacionadas con las ciencias. La adaptación de las recetas a protocolos experimentales contribuyó significativamente a la enseñanza de temas complejos como las reacciones químicas, mezclas y transformaciones de la materia, ofreciendo herramientas pedagógicas que

mejoran la enseñanza en el aula y acercando al concepto del método científico. La modalidad virtual adoptada en las primeras ediciones debido a la emergencia sanitaria ofreció la oportunidad de continuar el aprendizaje a distancia, utilizando materiales accesibles y métodos innovadores para mantener el interés en las ciencias.

Los cursos han promovido el diálogo y el intercambio entre la universidad y los docentes de otros niveles educativos, permitiendo un enriquecimiento mutuo.

Aunque la mayoría de los participantes encontró útil el contenido del curso, el porcentaje de implementación de las experiencias en el aula varió. Este desafío refleja la necesidad de ajustar la aplicabilidad de los contenidos a distintos niveles educativos y de formación de los participantes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Unidad de Educación Permanente por la financiación de los cursos ediciones 2020, 2021 y 2022.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Field, S. Q. (2012) *Culinary Reactions*, 1a edición, Chicago Review Press, Incorporated.

Furman, M. (2022) *Enseñar distinto*, 1a edición, Siglo Veintiuno Editores Argentina.

Gellom, G., Rosenvasser Feher, E., Furman, M., Golombek, D. (2018) *La ciencia en el Aula*, 1a edición, Siglo Veintiuno Editores Argentina.

Golombek, D., Schwarzbaum, P. (2015) *El nuevo cocinero científico, cuando la ciencia se mete en la cocina*, 10a edición, Siglo Veintiuno Editores Argentina.

Universidad de la República. (Sf.). *Unidad Central de Educación Permanente*. Udelar. https://udelar.edu.uy/eduper/

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1gra_8wKDPOHQmxdyzFh5uBArPyDWvTMs/view

ISBN 978-987-47159-9-9

IMPACTO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA UTILIZANDO DATOS REALES DE ESPECTROS ESTELARES

Maribel Cornejo

Universidad de Santiago de Chile (USACH), Región Metropolitana, Chile.
maribel.cornejo@selcano.cl

Rubén Montecinos

Universidad de Santiago de Chile (USACH), Región Metropolitana, Chile.

Irma Fuentes

Universidad de Santiago de Chile (USACH), Región Metropolitana, Chile.

Carla Hernández

Universidad de Santiago de Chile (USACH), Región Metropolitana, Chile.

Resumen

El trabajo presenta resultados de la implementación de una secuencia didáctica basada en el análisis de espectros de estrellas de la constelación de la Cruz del Sur para enseñar conceptos de química, utilizando la astronomía como contexto. Los estudiantes utilizaron espectros reales obtenidos en colaboración con el Observatorio amateur Astroquinta en Chile, para identificar elementos químicos presentes en las estrellas mediante la comparación de líneas espectrales. Para evaluar el impacto de la actividad, se utilizaron tickets de entrada y salida. El ticket de entrada midió las percepciones iniciales de los estudiantes sobre la química y su utilidad, mientras que el ticket de salida evaluó su comprensión y cambios en su percepción tras la actividad. Los resultados mostraron un aumento significativo en el interés de los estudiantes por la química y la astronomía, y destacaron la efectividad de utilizar datos reales en la enseñanza de ciencias. La actividad también fomenta la curiosidad científica, reflejada en preguntas formuladas por los estudiantes sobre fenómenos astronómicos.

Palabras clave: *aprendizaje activo; aprendizaje situado; educación escolar; interdisciplina; Astrofísica de frontera.*

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se propone identificar el impacto de una secuencia didáctica diseñada para enseñar conceptos de química a través del análisis de espectros de las estrellas de la Cruz del Sur. La secuencia fue desarrollada en el marco de una comunidad de aprendizaje profesional chilena constituida por profesoras de ciencia y astrónomos, que colaboran en la creación de actividades alineadas al currículum escolar utilizando datos reales extraídos de la investigación en astrofísica de frontera.

La astronomía se destaca como una disciplina con un gran potencial educativo, ya que es considerada como la "puerta de entrada" para fomentar el interés por las carreras STEM, además de que puede utilizarse transversalmente para enseñar asignaturas como física, química, biología y matemáticas (Salimpour et al., 2021; Fuentes-Morales et al., 2024; Hirst Bernhardt & Bailey, 2024). En el contexto educativo, el uso de datos reales de espectros estelares representa una oportunidad única para acercar a los estudiantes de secundaria al conocimiento científico promoviendo el aprendizaje activo y situado. Por una parte, el aprendizaje activo promueve el desarrollo de habilidades de alto nivel cognitivo y consiste en la realización de actividades que suscitan procesos de análisis, síntesis y evaluación constante de conocimientos (Freeman, 2014). El aprendizaje situado se basa en contextos reales que favorecen la transferencia de conocimientos a nuevas situaciones (Herrington et al., 2014). Además, trabajar con datos reales, incrementa la motivación y confianza de los

ISBN 978-987-47159-9-9

estudiantes al enfrentar problemas del mundo real (Schwortz & Burrows, 2021). En coherencia, integrar datos astronómicos en la enseñanza de la química no solo facilita la comprensión de conceptos complejos como el espectro electromagnético o las propiedades de los elementos químicos, sino que también motiva a los estudiantes al permitirles participar en actividades similares a las que realizan los científicos en la actualidad. Esta conexión entre la teoría y la práctica puede mejorar significativamente la percepción que los estudiantes tienen sobre la química, mostrándola como una ciencia dinámica y relevante para entender el universo que nos rodea.

2. METODOLOGÍA

La propuesta fue implementada en un curso de 8° básico que es el último nivel de primaria, compuesto por 34 estudiantes con una edad promedio de 14 años. El colegio está ubicado en la comuna de San Bernardo de la región Metropolitana, Chile. Es un establecimiento educacional de financiamiento subvencionado (privado con apoyo del Estado), lo que refleja una diversidad en el perfil socioeconómico de sus estudiantes.



FIGURA 1. *Implementación de la primera actividad de la secuencia didáctica en el colegio de San Bernardo.*

La secuencia didáctica diseñada consta de dos actividades. La primera actividad, titulada "El color y su relación con la composición química", tiene como objetivo que los estudiantes comprendan la diferencia entre un espectro continuo, de emisión y absorción. Para ello, los estudiantes utilizan un espectroscopio casero construido en clase, y observan diferentes fuentes de luz a través del espectroscopio: sales quemadas con alambre de nicrom en el laboratorio (FIGURA 1), lámparas de hidrógeno, helio y la proyección de la luz solar. A través de la observación con el espectroscopio los estudiantes identifican el espectro continuo en la luz solar y las líneas de emisión con patrones distintos en las demás fuentes de luz, los cuales se les piden que sean marcados sobre una plantilla del espectro continuo de colores. Así los estudiantes distinguen el espectro continuo al observar la luz proyectada del sol, y líneas de emisión con diferentes patrones al observar la luz tanto

ISBN 978-987-47159-9-9

de los elementos quemados como la luz de las lámparas. Cabe mencionar que esta actividad es posible de realizar incluso si no se cuenta con el equipo necesario, utilizando videos y discutiendo los resultados en función de sus predicciones iniciales.

En la segunda actividad, denominada "La química de las estrellas de la constelación de la Cruz del Sur", los estudiantes analizan gráficas de los espectros reales de las cuatro principales estrellas de esta constelación: Acrux, Mimosa, Delta Crucis y Gacrux. Para ello, los estudiantes deben identificar la presencia de los elementos H, He, Na, K y Cu, vistos en la clase anterior. Para realizar esta tarea, los estudiantes utilizan la página web https://www.educaplus.org/, la cual proporciona espectros de referencia de todos los elementos químicos de la tabla periódica. Posteriormente comparan estos espectros con los de las estrellas para identificar la presencia o no de estos elementos en las estrellas.

La secuencia didáctica se implementó en grupos de trabajo, con discusiones guiadas por el docente para interpretar correctamente los gráficos y relacionarlos con el contenido teórico. En la implementación de esta actividad además participó una astrónoma que presentó una charla sobre espectroscopía estelar al finalizar las actividades. Cada actividad se llevó a cabo en sesiones de 90 y 45 minutos respectivamente, dependiendo de la disponibilidad de tiempo y recursos. Ambas actividades fueron aplicadas por la profesora de química partícipe de la Comunidad de Aprendizaje y al finalizar cada actividad, se realizó un plenario donde los estudiantes compartieron sus resultados y reflexiones. Además, se les pidió que completaran un ticket de salida compuesto por una serie de preguntas abiertas sobre su experiencia y percepción del uso de datos astronómicos en la clase de química. Estas respuestas se analizaron cualitativamente para evaluar el impacto de la secuencia didáctica en su aprendizaje y actitud hacia la química.

3. RESULTADOS

Tras la implementación de la secuencia didáctica, los tickets de salida mostraron un cambio positivo en la percepción de la mayoría de los estudiantes. Varios de ellos expresaron que la actividad con espectros reales de estrellas les pareció "increíble" o "muy entretenida". Otros estudiantes mencionaron que ahora encontraban la química más interesante de lo que pensaban antes de la actividad. Por ejemplo, un estudiante dijo: *"Me parece más interesante que antes porque ahora sé más cosas que no sabía"*.

Además, varios estudiantes reflexionaron sobre cómo la astronomía y la química se entrelazan, destacando que la actividad les permitió ver la química desde una perspectiva más práctica y relevante. Un estudiante expresó que *"antes creía que solo se usaba en la vida cotidiana, pero ahora veo que de la química se originan varios descubrimientos en la física y astronomía"*. Este tipo de comentario indica que la integración de datos reales y fenómenos astronómicos ayudó a cambiar la percepción de la química como una ciencia aislada, mostrando su conexión con otras áreas del conocimiento.

En cuanto al contenido, la siguiente imagen muestra algunos de los resultados obtenidos por los estudiantes en su análisis espectral.

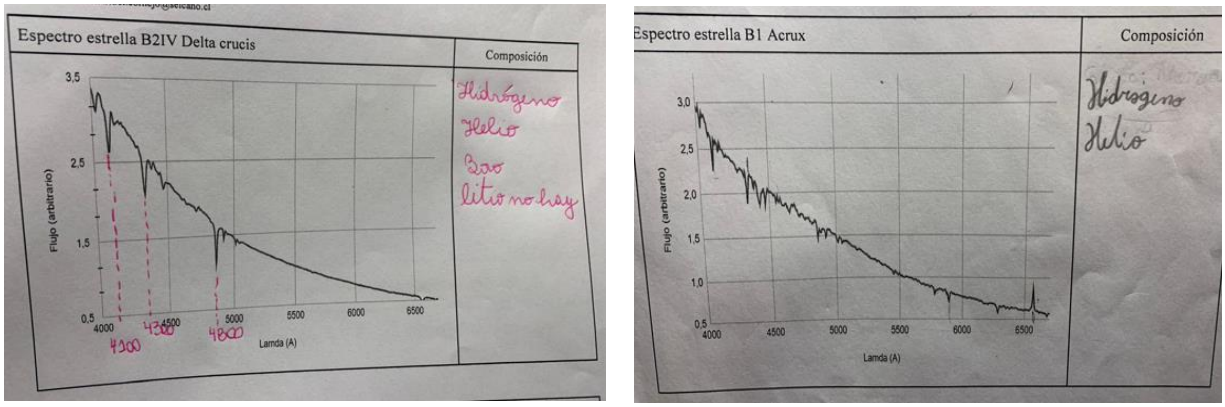


FIGURA 2. *Fotos de algunas respuestas de los estudiantes en el análisis de la secuencia en el colegio de San Bernardo.*

ISBN 978-987-47159-9-9

4. CONCLUSIONES

La secuencia didáctica implementada logra promover el aprendizaje activo y situado de la química, conectando los contenidos con la astronomía. Al trabajar con datos reales de espectros de estrellas que además son conocidas por los estudiantes, se despierta el interés y la motivación hacia el trabajo en clases, favoreciendo la predisposición hacia el aprendizaje. Además, la actividad logra despertar en el estudiantado el interés por aprender más acerca de la química y de la astronomía. También se identifica en las respuestas de los estudiantes una percepción favorable hacia la química y su utilidad fuera del aula al aprenderla aplicada a un contexto real.

La creación de este tipo de secuencias didácticas requiere un trabajo colaborativo con la comunidad científica para que las y los docentes puedan contar con los insumos y conocimientos necesarios. Además, en su implementación en el aula una restricción puede ser el acceso al uso de computadores necesarios para analizar datos. No obstante, otros docentes que quieran replicar la actividad podrán hacerlo de forma demostrativa frente al aula, solventando la limitación de acceso a computadores.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por ANID -Programa Iniciativa Científica del Milenio- Código de Centro NCN2021_080. Los autores agradecen al Comité Mixto ESO–Chile a través del proyecto Equipo Pedagógico CIRAS y al proyecto DICYT Regular código 042431HS - Vicerrectoría de Investigación, Innovación y Creación, USACH.

Al Dr. Ignacio J. Idoyaga por haber alentado a la presentación de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the national academy of sciences, 111(23), 8410-8415.

Fuentes-Morales, I., Hernández, C., Alarcon, F., Benito, I., & Montecinos, R. (2024). Construction of color-magnitude diagrams using real astronomical data for teaching at school. European Journal of Physics, 45, 4

Herrington J, Reeves T C and Oliver R (2014). Authentic Learning Environments (Springer).

Hirst Bernhardt, C., & Bailey, J. M. (2024). Space for all: a multinational study on the status of astronomy education. International Journal of Science Education, 1–24. https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2354074

Salimpour, S., Bartlett, S., Fitzgerald, M. T., McKinnon, D. H., Cutts, K. R., James, C. R., ... & Ortiz-Gil, A. (2021). The gateway science: A review of astronomy in the OECD school curricula, including China and South Africa. Research in Science Education, 51, 975-996.

Schwortz A C and Burrows A C 2021 Authentic science experiences with STEM datasets: postsecondary results and potential gender influences Res. Sci. Technol. Educ. 39 347–67

Video **Enlace al video explicativo del trabajo presentado**
https://drive.google.com/file/d/1ycmmHQkqmNIEuxb2VKYYyqMYNiN8N0nL/view

ISBN 978-987-47159-9-9

INTEGRACIÓN DE TÉCNICAS EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA EN EL CONTEXTO DE LA "TECNICATURA UNIVERSITARIA EN QUÍMICA"

Jazmín Martínez Fuente Montserrat*

Área de Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Juan María Gutiérrez 1150, Buenos Aires, B1613GSX, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET
* jfuente@campus.ungs.edu.ar

Leandro Martín Galeano

Área de Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Juan María Gutiérrez 1150, Buenos Aires, B1613GSX, Argentina.
leds.leandro@gmail.com

María Belén Ponce

Área de Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Juan María Gutiérrez 1150, Buenos Aires, B1613GSX, Argentina.
mponce@campus.ungs.edu.ar

Resumen

El presente trabajo propone una práctica de laboratorio que integra distintas técnicas de aislamiento y purificación de compuestos orgánicos. Para tal fin, se trabajó conjuntamente con un estudiante adscripto a tareas de docencia en la puesta a punto de las condiciones necesarias para cada técnica, pudiendo a su vez, aportar su perspectiva respecto a cómo alcanzar una integración más idónea de los conceptos más relevantes de la asignatura Laboratorio II de la Tecnicatura Universitaria en Química de la Universidad Nacional de General Sarmiento. De esta manera, se encontró una muestra conveniente para trabajar en la unificación de distintos conceptos y técnicas trabajadas a lo largo de la cursada, y fácilmente asequible, más aún, considerando el actual desfinanciamiento hacia el sistema universitario nacional.

Palabras clave: *tecnicatura universitaria; química orgánica; laboratorio; integración; asequibilidad.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Marco contextual de la propuesta pedagógica

La propuesta de las Tecnicaturas Universitarias en Química (*TUQ*) intenta abordar el problema de la formación de recursos humanos que puedan atender las demandas de la industria química, jugando un rol fundamental en la elaboración de productos diversos tales como fármacos, plaguicidas, alimentos, polímeros, cosméticos y productos de limpieza, entre otros. A esto se suma el abastecimiento de insumos a otras actividades industriales a través de la elaboración de materias primas o productos intermedios.

Para tal fin, el diseño de la currícula para una *TUQ* implica la definición de un perfil específico, el cual se basa en la enseñanza de conocimientos y capacidades que hagan del futuro Técnico Universitario, un egresado útil para el sistema productivo. En particular, la Tecnicatura Universitaria en Química de la Universidad Nacional de General Sarmiento (*TUQ-UNGS*) tiene como referencia los procesos tecnológicos de base química y sus consecuencias ambientales para un amplio espectro de industrias, que requieren personal capacitado. Se orienta centralmente en el dominio de las herramientas que permitan a sus egresados realizar las tareas habituales de un laboratorio, con la versatilidad necesaria para adaptarse a requerimientos específicos de diferentes sectores productivos.

Más en concreto, la currícula de la *TUQ-UNGS* se conforma por dos bloques de asignaturas, uno de contenidos no-químicos y otro de contenidos netamente químicos. Dentro de este último, existen dos tipos de

ISBN 978-987-47159-9-9

unidades curriculares, las que pueden denominarse como teórico-prácticas, y, por otro lado, las asignaturas experimentales, tal como puede apreciarse en la FIGURA 1. Estas últimas, denominadas "Laboratorios", consisten en espacios de experimentación netamente práctica, donde se promueve el acercamiento del estudiante a problemas de naturaleza concreta y complejidad sucesiva. En la currícula de la *TUQ-UNGS* existen tres de estos espacios, siendo Laboratorio II (*LII*), una asignatura que articula con Química Orgánica (*QO*), y, por ende, en la cual se propone que los estudiantes entren en contacto con la ejecución de procedimientos relacionados con la obtención y purificación de compuestos orgánicos, esperándose que, al regularizar la asignatura, no solo hayan adquirido el criterio para elegir un procedimiento de purificación, si no también, puedan optimizar sus condiciones.



FIGURA 1. *Asignaturas Químicas de la currícula de la TUQ-UNGS. Fuente: elaboración propia.*

1.2. Objetivos y descripción de la propuesta pedagógica

El eje central de la asignatura *LII* consiste en el aprendizaje de una serie de técnicas utilizadas para el aislamiento y purificación de sustancias orgánicas (Galagovsky Kurman, 1995; Vogel, 1974) tal como puede apreciarse en la FIGURA 2. Comúnmente, las prácticas se realizan de manera individual y con niveles crecientes de dificultad para posibilitar el máximo desarrollo de las capacidades de los estudiantes. No obstante, en ocasiones se observa que el alumnado presenta cierto grado de dificultad en la integración de los conceptos que involucran distintas técnicas de purificación. Es decir, resulta relevante que los estudiantes puedan comprender el hecho de que, en un laboratorio de química orgánica, muchas veces es necesario utilizar estas técnicas en forma *tándem*, pudiendo maximizar de esta manera, la pureza final del analito de interés.

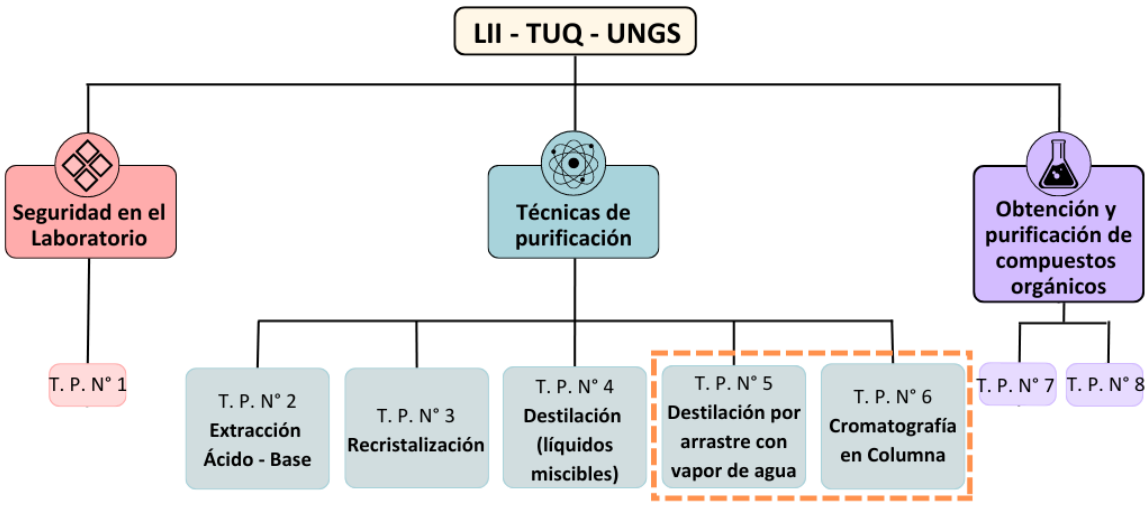


FIGURA 2. *Contenidos y actividades experimentales de la asignatura LII. Fuente: elaboración propia.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Teniendo en consideración la estructura de *LII* y la problemática previamente mencionada, es que se formulan los objetivos para este trabajo. En primera instancia, se propone el desarrollo de un Trabajo Práctico (*TP*) que comprenda las técnicas de Destilación por Arrastre con Vapor y Cromatografía en Columna. De esta forma, se busca generar una herramienta adicional para favorecer la integración de conceptos centrales por parte de los estudiantes. En segunda instancia, para dicho *TP,* se plantea la utilización de una muestra de origen natural, a partir de la cual, los alumnos deberán aislar algunos de sus componentes para luego separarlos y/o purificarlos, pudiendo tener una perspectiva más completa de todo el proceso de aislamiento y purificación. En tercera instancia, contemplando el actual desfinanciamiento hacia el sistema universitario nacional (Di Franco, 2024), y, por ende, la dificultad asociada a la obtención de reactivos y materiales para el trabajo en el laboratorio, se priorizó la utilización de muestras fácilmente asequibles. En este sentido, en colaboración con un estudiante voluntario de la *TUQ-UNGS* adscripto a tareas de docencia, se trabajó en la ejecución y puesta a punto de los objetivos ya mencionados, pudiendo no sólo poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera, sino, además, aportar su perspectiva respecto a cómo alcanzar una integración más idónea de los conceptos más relevantes de *LII*.

2. METODOLOGÍA

2.1. Selección de muestras

Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre ciertos materiales de origen natural que pudieran ser compatibles para trabajar en el aprendizaje de las técnicas de Destilación por Arrastre con Vapor y Cromatografía en Columna. En función de los resultados obtenidos para dicha búsqueda, y con el requisito de que las fuentes de material utilizadas fueran fácilmente asequibles, se decidió trabajar con hojas de orégano secas.

2.2. Destilación por Arrastre con Vapor

Se procedió al aislamiento de los aceites esenciales presentes en las hojas de orégano por medio de una destilación por arrastre con vapor de agua. Para tal fin, se pusieron a punto las condiciones para el método de destilación, como la cantidad de muestra y agua, tiempo de proceso y extracción posterior del destilado.

2.3. Cromatografía en Columna

Una vez aislado el aceite esencial, se lo analizó por Cromatografía en Capa Delgada (CCD) de manera de estudiar la factibilidad de separar sus componentes por Cromatografía en Columna. Para tal fin, se ensayaron distintas fases móviles conformadas por hexano y acetato de etilo (AcOEt) y se utilizó radiación ultravioleta (UV) como agente revelador. La información recabada por CCD fue empleada para seleccionar los solventes de elución para la posterior separación por cromatografía en columna. A su vez, se afinaron otras condiciones relevantes para esta técnica, como el solvente de armado, método de siembra y el seguimiento del proceso por CCD.

Por último, se procedió a la separación de los componentes en principio observados por CCD para el aceite esencial del orégano. Para ello, se utilizó una columna de 1cm de diámetro interno y hexano como solvente de armado. La muestra se sembró de forma directa (hexano) y se eluyó siguiendo la siguiente secuencia para la fase móvil: hexano → hexano:AcOEt 9:1 → hexano:AcOEt 1:1.

Para determinar si la separación resultó exitosa, los eluatos obtenidos se analizaron por CCD utilizando hexano como fase móvil. Aquellos eluatos con la misma Relación de Frente (R_f) en CCD, se combinaron, rotaevaporaron y pesaron.

2.4. Cromatografía Gaseosa acoplada a Espectrometría de Masas (CG - MS)

Con el fin de caracterizar los eluatos obtenidos por Cromatografía en Columna, se procedió a su análisis con un Cromatógrafo Gaseoso marca Perkin Elmer (Norwalk CT, USA) Modelo Clarus 680 acoplado a un Espectrómetro de Masas marca Perkin Elmer (Norwalk CT, USA) Modelo SQ8T con ionización por impacto electrónico e inyector automático. Se empleó una columna capilar Elite-5MS (30m x 0,25mm x 0,25µm), helio como carrier a un caudal constante de 1ml/min y un volumen de inyección de 1µl. Las condiciones de CG fueron

ISBN 978-987-47159-9-9

las siguientes: temperatura de inyección 250°C; la temperatura del horno se controló a 70°C durante 4minutos, con una primera rampa de 10°C/min hasta 200°C durante 2minutos, y finalmente de 10°C/min a 300°C durante 6 minutos. El Espectrofotómetro se usó en modo Scan (m/z: 50 – 300uma). La identificación de los compuestos que se encontraron por encima del Límite de Detección se llevó a cabo por comparación contra la biblioteca del National Institute of Standards and Technology (NIST).

2.5. Desarrollo de un Trabajo Práctico para LII

La información obtenida en los apartados anteriores se utilizó para crear un nuevo *TP* para *LII*, conformado, asimismo, por un cuestionario final que les permita a los estudiantes, no sólo poner en práctica los conceptos asociados a las técnicas fundamentalmente centrales del trabajo práctico, sino, además, otras nociones también utilizadas hasta el momento a lo largo de la cursada.

3. RESULTADOS

3.1. Selección de muestras

En primera instancia, tras la búsqueda bibliográfica de muestras potencialmente útiles para los objetivos de aprendizaje e integración propuestos, se preseleccionaron hojas secas de laurel (*Laurus nobilis*) y orégano (*Poliomintha longiflora*). Para el primer caso, tras la destilación, al analizar por CCD el aceite obtenido, se observó un patrón de manchas complejo, lo cual conllevaría una dificultad elevada en la posterior separación por Cromatografía en Columna. Dado que esta técnica es abordada por primera vez por los estudiantes de la *TUQ-UNGS* en *LII*, se determinó que esta muestra no sería idónea con respecto a los objetivos pautados para este trabajo (FIGURA 3.A). Por el contrario, para la muestra de orégano, se observaron por CCD dos señales con una R_f muy bien diferenciada, por lo que se consideró, que la posterior separación cromatográfica podría resultar exitosa (FIGURA 3.B).

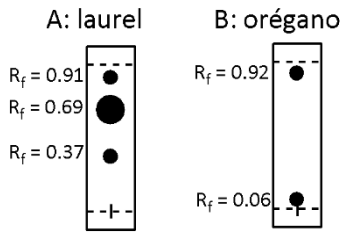


FIGURA 3. *Análisis por CCD de los aceites de laurel (A) y orégano (B) aislados por Destilación por Arrastre con Vapor. Las placas fueron eluídas en hexano:AcOEt 8:2 (1% ácido acético glacial) y hexano, respectivamente. El revelado se realizó con radiación UV. Fuente: elaboración propia.*

3.2. Destilación por Arrastre con Vapor

Se logró obtener más de 1g de aceite partiendo de una cantidad fácilmente asequible de hojas de orégano (100g), alcanzándose un rendimiento del 1,19%, esperable según lo reportado en bibliografía (Zheljazkov et al., 2012).

3.3. Cromatografía en Columna

En primer lugar, se ensayaron distintas fases móviles conformadas por hexano y AcOEt, determinándose que la secuencia de fases móviles *hexano → hexano:AcOEt 9:1 → hexano:AcOEt 1:1* sería adecuada para la separación por Cromatografía en Columna, tal como puede apreciarse en la FIGURA 4. A su vez, considerando que el solvente de armado debería ser hexano, se ensayó la solubilidad de la muestra en este, concluyéndose que la siembra podría realizarse de manera directa.

ISBN 978-987-47159-9-9

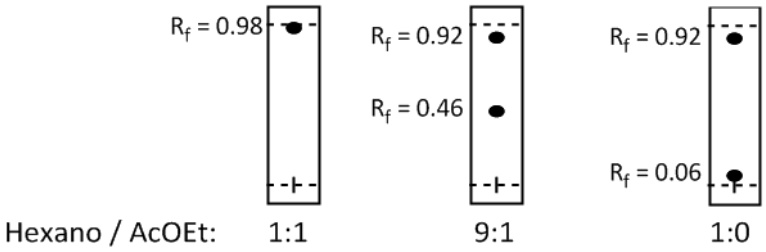


FIGURA 4. *Análisis por CCD para la determinación de los solventes de elución a utilizar en Cromatografía en Columna. De izquierda a derecha, las placas fueron eluídas en hexano:AcOEt 1:1, hexano:AcOEt 9:1 y hexano. El revelado se realizó con radiación UV. Fuente: elaboración propia.*

En segundo lugar, tras la separación cromatográfica, se obtuvieron dos eluatos combinados (siendo E1 y E2 el primer y segundo eluato, respectivamente). Al proceder a su análisis por CCD, pudo determinarse que se alcanzó una separación exitosa (FIGURA 5).

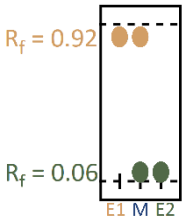


FIGURA 5. *Análisis por CCD para determinar el resultado de la separación por Cromatografía en Columna. La placa fue eluída en hexano. "E1" y "E2" corresponden al primer y segundo eluato respectivamente. "M" corresponde al aceite esencial de orégano. El revelado se realizó con radiación UV. Fuente: elaboración propia.*

Finalmente, se determinaron las masas recuperadas para cada eluato, observándose ~ 4,5 veces más de masa para aquel más retenido por la fase estacionaria (ver TABLA I).

TABLA I. *Resultados obtenidos tras la separación de los componentes del aceite esencial de orégano por Cromatografía en Columna. §Los porcentajes de recuperación refieren a la masa obtenida para cada eluato, con respecto a la masa inicial de aceite. Fuente: elaboración propia.*

Rendimiento – Cromatografía en Columna	92,73 %
Recuperación Eluato 1§	16,84 %
Recuperación Eluato 2§	75,89 %

3.4. Cromatografía Gaseosa acoplada a Espectrometría de Masas

Los eluatos fueron caracterizados por CG – MS, estando el primero de ellos conformado por hidrocarburos, y el segundo, por alcoholes alifáticos y fenoles, tal como puede observarse en la FIGURA 6.

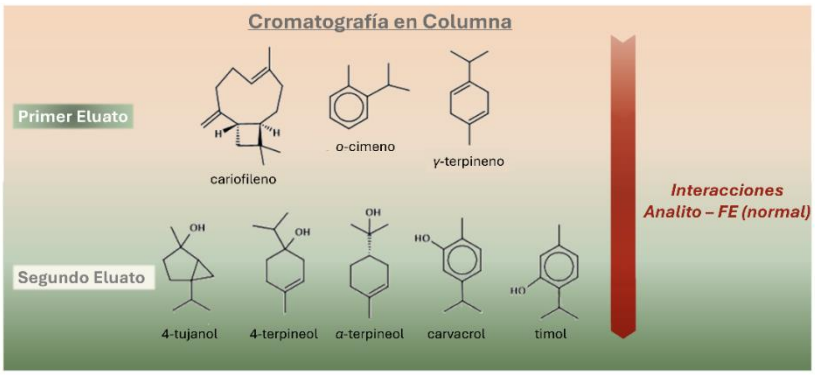


FIGURA 6. *Caracterización por GC – MS de los componentes presentes en los eluatos obtenidos por Cromatografía en Columna. Fuente: elaboración propia.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Esta caracterización final permite explicar el hecho de que *E1* haya sido fácilmente eluido con hexano, mientras que los componentes de *E2*, al presentar mayor interacción con la fase estacionaria, requirieron de un solvente de elución con mayor poder eluotrópico.

3.5. Desarrollo de un Trabajo Práctico para LII

La implementación del *TP* se ejecutó por primera vez durante el segundo semestre de 2024 en 3 comisiones de Laboratorio II dentro de las cuales se seleccionaron 2 estudiantes por comisión de manera aleatoria para que trabajaran con la muestra propuesta. Para tal fin, se destinaron tres clases de 8 horas. En la primera jornada, se realizó la explicación de los fundamentos de la técnica de Destilación por Arrastre con Vapor y los alumnos procedieron a elaborar un protocolo de trabajo. Una vez que este documento fue aprobado, se realizó la destilación y un análisis preliminar del aceite obtenido por CCD. En la segunda clase, tras la explicación teórico-práctica de la técnica de Cromatografía en Columna, se trabajó con una muestra compuesta por dos sustancias coloreadas, para lo cual, fue necesario seleccionar los solventes óptimos de desarrollo previo a la realización de su separación. La utilización de esta muestra busca favorecer la familiarización con la técnica, ya que el trabajo con analitos coloreados facilita la visualización del proceso separativo. Finalmente, en la última clase, los estudiantes debieron evaluar por CCD los solventes de armado y elución para la muestra de aceite esencial de orégano. Con dicha información, confeccionaron un protocolo y procedieron a separar los componentes principales del aceite. Se evaluó el éxito del proceso utilizando patrones de hidrocarburos y alcoholes alifáticos y fenoles preparados por el plantel docente.

Al realizar el *TP,* se obtuvieron resultados similares a aquellos obtenidos en la puesta a punto de la Destilación por Arrastre con Vapor. Respecto a la Cromatografía, los resultados fueron también semejantes, si bien en algunos casos, se observó una tercera señal cromatográfica al analizar el aceite por CCD, presumiblemente originada por fotooxidación de algunos componentes del aceite debido a un almacenamiento no adecuado a lo largo de las jornadas de trabajo. No obstante, los alumnos que se encontraron con esta situación, fueran capaces de separar incluso esa tercera fracción, pudiendo de esta manera, no solo integrar las técnicas ya descriptas, sino que, además, trabajar con una muestra “real” que presente al alumnado una perspectiva más completa de los procesos de aislamiento y purificación de sustancias orgánicas (FIGURA 7).

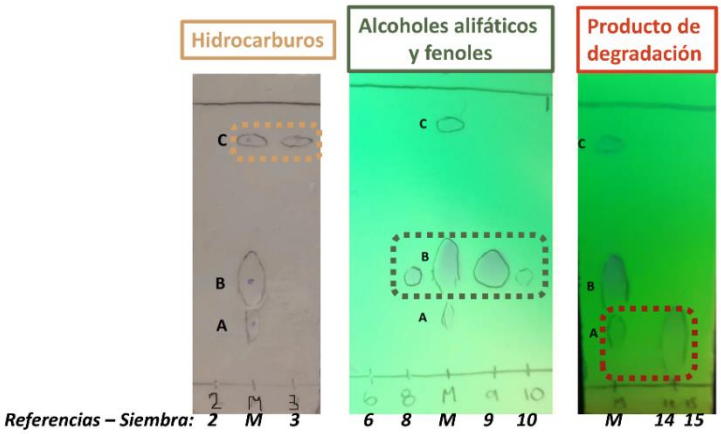


FIGURA 7. *Análisis por CCD realizado por una estudiante para determinar en qué fracciones (4 mL de eluato) se recolectaron los distintos componentes del aceite esencial del orégano por Cromatografía en Columna. Las placas fueron eluídas en hexano:AcOEt 9:1. En la siembra de cada placa se indica el número de fracción, y “M” corresponde al aceite esencial de orégano. El revelado se realizó con radiación UV. Fuente: elaboración propia.*

4. CONCLUSIONES

Se logró avanzar en los objetivos propuestos, obteniendo una muestra idónea y fácilmente asequible para desarrollar un nuevo trabajo práctico para la asignatura *Laboratorio II* de la Tecnicatura Universitaria en Química de la Universidad Nacional de General Sarmiento. A su vez, se determinó que la muestra seleccionada

resultó de utilidad para trabajar en la integración de distintos conceptos y técnicas ejercitadas a lo largo de la cursada. Sobre la base de estos resultados, se propone continuar trabajando en la integración de otras técnicas utilizadas para el aislamiento y purificación de sustancias orgánicas con el fin de enriquecer aún más la asignatura.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional de General Sarmiento por el apoyo financiero para poder llevar a cabo este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Di Franco, M. G. (2024). Defender la educación pública, la ciencia y el sistema universitario nacional. *Praxis educativa, 28*(2), 1 - 4. https://dx.doi.org/10.19137/praxiseducativa-2024-280201

Galagovsky Kurman, L. R. (1995). Química Orgánica: fundamentos teórico-prácticos para el laboratorio 5ta edición. EUDEBA, serie manuales.

Rostro-Alanis, M. D. J., Báez-González, J., Torres-Alvarez, C., Parra-Saldívar, R., Rodriguez-Rodriguez, J., y Castillo, S. (2019). Chemical composition and biological activities of oregano essential oil and its fractions obtained by vacuum distillation. *Molecules, 24*(10), 1 – 15. https://doi.org/10.3390/molecules24101904

Vogel, I. (1974). Practical Organic Chemistry. 5ta edición. Longman Scientific & Technical.

Zheljazkov, V. D., Astatkie, T., & Schlegel, V. (2012). Distillation time changes oregano essential oil yields and composition but not the antioxidant or antimicrobial activities. HortScience, *47*(6), 777-784. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.6.777

Video **Enlace al video explicativo del trabajo presentado**
https://drive.google.com/file/d/1hXNz7nsU4szPeWPzrUbM8M912u5DAPw4/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.15

CAZANDO ÁTOMOS: DISEÑO Y ANÁLISIS DE UNA PROPUESTA GAMIFICADA

Raiquen E. Olguin

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), San Luis, Argentina.
raiquen990@gmail.com

Jesica A. Tello

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), San Luis, Argentina.
jatello@email.unsl.edu.ar

Gabriela V. Ferrari

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), San Luis, Argentina.
gvferrari@gmail.com

Resumen

En este trabajo se describe el diseño de una propuesta denominada "Cazadores de átomos" para la enseñanza de temas referidos a estructura atómica y la organización de los elementos en la Tabla periódica. Esta propuesta utiliza como estrategia didáctica la gamificación, un potente motivador a la hora de enseñar, que cobra mayor relevancia en asignaturas que incluyen contenidos abstractos como es el caso de la Química. La propuesta está destinada a estudiantes del nivel medio con una duración de 160 minutos. Se presenta un breve análisis de ésta en la cual se relevan los elementos que resultarían atractivos para los estudiantes destinatarios.

Palabras clave: *gamificación; estructura atómica; Tabla Periódica, Nivel Medio; análisis.*

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto educativo actual, la incorporación de experiencias gamificadas resulta una opción atractiva, útil e incluso necesaria. Esta estrategia entendida como el uso de elementos de diseño de juegos en contextos que no son de juegos (Deterding et al., 2011), ofrece ventajas frente a diversos problemas comunes que enfrentan los profesores en las aulas: considera la diversidad del alumnado facilita el aprendizaje significativo, incrementa la motivación, reduce la percepción de fracaso y ofrece la posibilidad de adaptarse a diferentes niveles educativos. Además, contribuye al desarrollo de competencias clave como el aprendizaje autónomo y la capacidad de aprender a aprender, competencias transversales esenciales para los estudiantes del siglo XXI (Sarmiento et al., 2021).

En el currículo de Química existen conceptos básicos que pueden resultar abstractos, difíciles de comprender o poco atractivos para los estudiantes. Es en estos temas en particular donde el uso de estrategias como la gamificación resultan más provechosos. La gamificación puede lograrse de diversas maneras, considerando las mecánicas y dinámicas, las actividades a realizar, y los objetivos educativos. Coordinar los elementos de juego es la tarea del diseño de propuestas gamificadas, buscando aplicar mecánicas de juego sin convertir las aulas en una comunidad de juego (Carreras, 2017).

Una posibilidad al diseñar experiencias gamificadas es seguir los seis pasos de Werbach y Hunter (2012). Este esquema en pasos tiene la ventaja de generar un primer acercamiento a la gamificación de forma sencilla y ordenada, facilitando su aplicación.

En este trabajo, que surge a partir del interés de un estudiante del Profesorado en Química, se propuso como objetivo diseñar una propuesta gamificada para la enseñanza de conceptos relacionados con la estructura atómica y la organización de los elementos en la Tabla periódica, conceptos base en cualquier curso de química.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. DISEÑO DE PROPUESTAS GAMIFICADAS

Al diseñar una propuesta gamificada tres elementos son relevantes: las mecánicas, las dinámicas y los componentes (Werbach & Hunter, 2012). Las dinámicas se refieren al efecto, motivación y/o deseos que se logran o se busca lograr en el usuario (Carreras, 2017). En el diseño de juegos, las dinámicas más importantes son: restricciones, emociones, narrativa, progresión del jugador y relaciones, ya sean sociales, de estatus o de camaradería. Las mecánicas del juego refieren a las acciones, comportamientos, técnicas y mecanismos de control utilizados para transformar una actividad dada en un juego (Carreras, 2017). Las diez mecánicas más importantes son: desafíos, oportunidades, competencia, cooperación, retroalimentación, adquisición de recursos, recompensas, transacciones, turnos y condiciones de victoria. Cada mecánica es una forma de lograr una o más de las dinámicas. Los componentes son las formas específicas que las mecánicas y las dinámicas pueden tomar: metas, avatares, insignias, enfrentamientos, combates, desbloqueo de contenido, regalos, puntos, tablas de clasificaciones, equipos, etc. Así como cada mecánica está relacionada a una o más dinámicas, un componente se relaciona con una o más mecánicas o dinámicas (Werbach & Hunter, 2012).

El diseño de la propuesta se creó considerando los seis pasos de Werbach y Hunter (2012):

1. Definir los objetivos: Este paso es crucial para que la gamificación sea efectiva. A medida que avanza el proceso de diseño e implementación suele ser necesario volver una y otra vez a la lista de objetivos a fin de mantener el foco de la propuesta.
2. Delinear los comportamientos que se busca generar: es necesario centrarse en qué comportamientos se esperan de los participantes y cómo se medirán.
3. Describir a los jugadores: es importante saber ¿Quiénes son? ¿Cómo se relacionan? ¿Qué puede motivarlos? Para esto es útil diseñar la experiencia teniendo en cuenta la clasificación de jugadores propuesta por Bartle (1996) la cual orienta acerca del tipo de actividades a ofrecer para atraer a cuatro clases de jugadores: socializadores, exploradores, competidores y triunfadores.
4. Diseñar ciclos de actividades: la acción puede modelarse a través de bucles de compromiso o bien de escaleras de progresión (Werbach & Hunter, 2012).
5. No olvidar la diversión: definir el tipo de diversión en una propuesta gamificada no es sencillo ya que no solo depende del contexto sino de los jugadores, ya que no todos querrán el mismo tipo de diversión. Tener en cuenta los placeres Le Blanc (Hunicke et al., 2004), contribuye a esta dimensión, así como también incluir algunas de las cuarenta y dos actividades de Radoff (2011) capaces de generar diversión. No obstante, es importante destacar que la diversión es una propiedad emergente y contingente, difícil de precisar. La mejor forma de determinar si un sistema es divertido es construirlo y probarlo.
6. Implementar las herramientas adecuadas: realizando a conciencia los pasos anteriores en este punto se cuenta con una hoja de ruta que permite seleccionar mecánicas y componentes apropiados para construir la experiencia para los jugadores.

3. CAZADORES DE ÁTOMOS: LA PROPUESTA

3.1. Secuencia Didáctica

A continuación, se describe brevemente la fundamentación, destinatarios, contenidos, objetivos, recursos, duración y evaluación destinadas a la propuesta. Las actividades se describirán en la sección siguiente.

La enseñanza de temas como estructura atómica y la organización de los elementos en la Tabla periódica se fundamenta en el hecho de que son esenciales para construir una base sólida en Química. El estudio de la estructura atómica introduce a los estudiantes en conceptos fundamentales para comprender la constitución de la materia mientras que la Tabla periódica, herramienta central en la Química, es clave para la predicción de propiedades de los elementos. Enseñar cómo está organizada la tabla y cómo las propiedades de los elementos varían en función de su posición permite a los estudiantes realizar conexiones entre conceptos abstractos y aplicarlos en contextos cotidianos.

ISBN 978-987-47159-9-9

La propuesta está destinada a estudiantes de la asignatura Química de segundo año. Para su diseño se tuvo en cuenta la edad de los estudiantes, que ronda entre los 13 y 14 años, y la posibilidad de trabajar con cursos de no más de 30 alumnos.

Los contenidos a desarrollar son: Concepto de átomo. Concepto de partícula subatómica. Número másico. Número atómico. Isótopos. Tabla periódica y su uso. Grupo y periodo.

Los objetivos de la propuesta son:

1. Distinguir cuáles son los componentes del átomo y dónde se encuentran.
2. Relacionar las características de la materia con la composición y las propiedades del átomo y su estructura.
3. Reconocer diferentes elementos a partir del uso de la Tabla periódica de los elementos.
4. Reconocer la utilidad de la Tabla periódica de los elementos y aplicarla para resolver ejercicios.
5. Favorecer el trabajo en equipo con actividades grupales

Los recursos, además de los habituales empleados al impartir clases, se relacionan con la confección de las tarjetas necesarias para la experiencia gamificada: se emplearán cartulinas de diferentes colores y marcadores. La cartulina será cortada en trozos pequeños de diferentes formas para obtener las tarjetas. Sobre ellas se escribirá, en una cara, una pregunta y en la otra, una cantidad de electrones, protones o neutrones.

La actividad tiene una duración de dos módulos (160 min). En el primer medio módulo (40 min) se desarrollará la Actividad 1 y el resto del tiempo se empleará para la Actividad 2.

La evaluación de la experiencia será formativa, dónde el profesor tendrá un rol de guía y orientador, centrado en la retroalimentación y la reflexión del estudiante, incluyendo instancias de heteroevaluación.

3.2. Descripción de las Actividades

Actividad 1: En esta actividad se desarrollará el contenido teórico empleando un video sobre la historia del átomo y la tabla periódica que puede encontrarse en este enlace (Olguin, s.f.). En determinados momentos el video se pausa surgiendo preguntas clave que los estudiantes deben contestar. Para desarrollar la actividad se divide el curso en dos grupos y se trabaja de la siguiente forma: frente a cada pregunta un grupo debe responder y el otro corregir esa respuesta, intercambiando los roles para la siguiente pregunta. Entre los conceptos que se desarrollan en el video se encuentra la acepción de elemento como sustancia simple y a partir de esta acepción se trabaja el concepto de elemento como átomo. Se tendrán en cuenta las definiciones de la IUPAC de elemento químico y qué se representa en la Tabla Periódica. Si bien en este video no se profundiza acerca de la estructura de los átomos, este concepto se explorará a partir de un segundo video que puede encontrarse en este enlace (Ticmas Educación, 2019). La duración de esta actividad es de medio módulo y en ella se cumplen los Objetivos 1, 2 y 5.

Actividad 2: Esta actividad se desarrolla en etapas, siendo el objetivo final de la experiencia armar el átomo de mayor número másico o mayor número atómico. En todo momento es posible que los estudiantes usen la Tabla periódica para ayudarse. En esta actividad se cumplen los objetivos 1, 3, 4 y 5. A continuación se describen las distintas etapas:

1. Preparación: Los estudiantes se dividen en dos grupos de 15 alumnos cada uno. A cada estudiante se le entregan tres tarjetas con preguntas: una en forma de estrella y las otras dos en forma de triángulo, cuadrado o círculo. La tarjeta con forma de estrella contiene una pregunta que el estudiante redactó previamente y fue revisada por el docente a cargo, las otras dos (triángulo, cuadrado o círculo) contienen preguntas formuladas por el docente, como, por ejemplo: ¿Qué es: átomo, protón, neutrón, electrón, Tabla periódica, grupo, periodo, isótopo, N, Z?; ¿Cuántos protones, neutrones o electrones tiene: H, deuterio, tritio, He, O, Na, Cl, H^+, Na^+, Cl^-?; ¿En dónde puedo encontrar: Li, C, N, Au, Cu, Na, CL, Ca, P, S?; Nombre un elemento presente en: la tierra del suelo, el aire, el aire exhalado, la sal, los huesos, las baterías, los aviones, un procesador de computadora, el vidrio o el plástico?, etc.

ISBN 978-987-47159-9-9

Cada tarjeta tiene dibujado en el reverso dos imágenes de tres posibles opciones: un protón, representado como un círculo grande relleno de color rojo, un neutrón representado como un círculo grande sin rellenar y un electrón representado como un círculo pequeño relleno de color azul. En la Figura 1 pueden observarse esquemas de las diferentes tarjetas.

2. Elección de jugador oponente: El juego comienza con una ronda de elección de jugador oponente. Cada participante puede seleccionar a cualquier compañero dentro o fuera de su grupo. Cada jugador elige la tarjeta que quiere responder de su oponente, excepto cuando este solo tenga una sola, en cuyo caso no hay posibilidad de elegir y se responde esa pregunta.

3. Resolución: Seleccionada la pregunta el dueño de la tarjeta la lee y el otro jugador debe contestar. Si la respuesta es correcta y su oponente contesta equivocadamente, puede conservar la tarjeta en juego de su compañero. Si ambos contestan erróneamente no hay intercambio. Si ambos contestan bien debe definirse el empate jugando piedra, papel o tijera. En caso de cualquier discusión el profesor actúa como juez.

4. Reabastecimiento: En el caso de quedarse sin tarjetas de preguntas los jugadores tienen dos opciones: la primera es pedir cinco preguntas extra al profesor, pero estas deben ser contestadas correctamente y solo obtendrá las que haya contestado correctamente. La segunda opción es enfrentarse al jugador que tiene más tarjetas de estrella y responder correctamente una pregunta que este elija.

Una vez terminado cada enfrentamiento se vuelve a elegir contrincante en la fase de elección de oponente objetivo y así sucesivamente hasta completar el tiempo establecido.

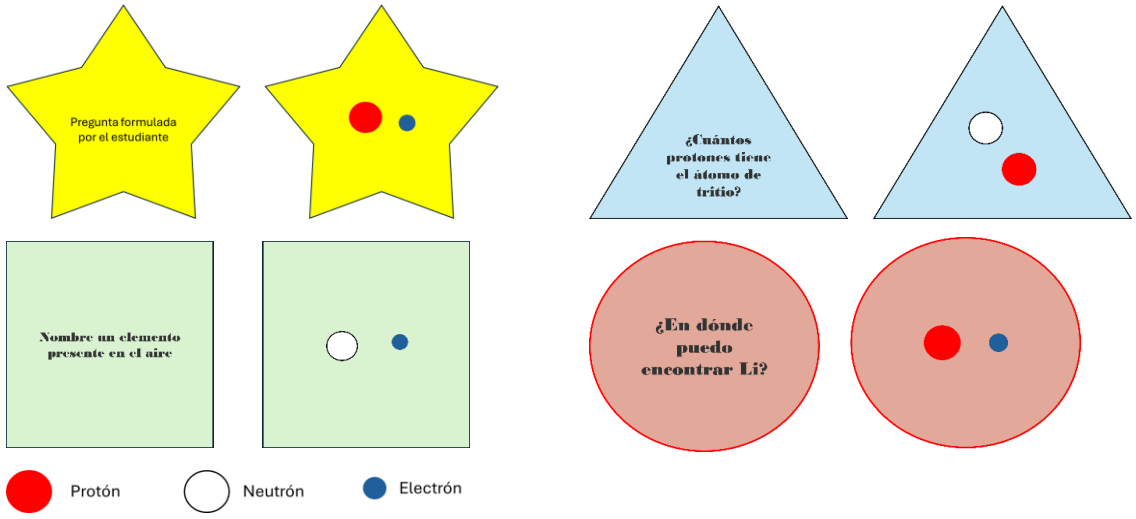


FIGURA 1. *Ejemplos de frente y reverso de las diferentes tarjetas. Fuente: diseño propio*.

5. Intercambio: En lugar de enfrentarse eligiendo una pregunta y respondiéndola se puede realizar un intercambio a pactar entre dos jugadores, sólo si ambos están de acuerdo. El intercambio no necesariamente debe ser uno a uno.

6. Puntos subatómicos y armado de átomos: Cumplido el plazo se da inicio a la segunda parte del juego en el que se realiza el armado de átomos según la cantidad total de electrones, neutrones y protones que las tarjetas conceden. Hay puntajes especiales ya que la tarjeta de pregunta propia, la de forma de estrella, tienen tres veces su valor y si consiguen agrupar tres tarjetas de la misma forma o de tres formas diferentes (triángulo, cuadrado y círculo) esas tendrán dos veces su valor.

7. Premios: Se pueden obtener premios individuales y grupales. Los premios individuales se otorgan al jugador que construye el átomo con mayor número atómico y al jugador que construye el átomo con mayor número másico. El premio consiste en un punto extra en la evaluación trimestral (la calificación en esta evaluación no podrá superar el máximo de 10 considerando este punto extra) y el título de maestro cazador de

ISBN 978-987-47159-9-9

átomos. No se puede ganar ambos premios a la vez. También se puede obtener un premio grupal para el grupo que construya la mayor cantidad de átomos. El premio en este caso será de un ticket para obtener 10 minutos extra de relajación. Este ticket podrá ser canjeado individualmente 10 minutos antes de un recreo en cualquier clase futura. En caso de empate ambos grupos recibirán el premio. En la Figura 2 pueden observarse las imágenes de los diferentes premios a obtener.

Las preguntas elaboradas por el docente que no fueran repartidas pueden ser contestadas por los estudiantes para obtener otro Ticket de relajación. El orden para contestarlas será dado desde el que tenga el átomo con mayor número másico hacia el que tenga menor número másico. En caso de no contestar la pregunta, esta se destruye.



FIGURA 2. Insignias y ticket *a obtener en la experiencia gamificada. Izquierda: Insignia para el jugador que construya el átomo con mayor número másico, Centro: Insignia para para el jugador que construya el átomo con mayor número atómico, Derecha: Ticket de Relajación. Fuente: elaboración propia a partir de imágenes obtenidas mediante la IA Copilot.*

4. ANÁLISIS DE LA PROPUESTA GAMIFICADA

El análisis de la propuesta implica, en primer lugar, revelar mecánicas, dinámicas y componentes que forman parte de esta. Así, puede advertirse que las mecánicas implicadas son: desafíos, oportunidades, competencia, cooperación, retroalimentación, adquisición de recursos, recompensas, transacciones, turnos y condiciones de victoria. Las dinámicas presentes son: emociones, progresión del jugador y relaciones. En cuanto a los componentes, se incluyen: metas, insignias, enfrentamientos, combate, intercambio y comercio.

Al diseñar una propuesta gamificada es importante coordinar los elementos de juego. En este trabajo se utilizó la estructura de diseño propuesta por Werbach y Hunter (2012), la cual implica seis pasos:

1. *Definir objetivos.* Corresponden a los cinco objetivos planteados para la propuesta, los cuales se expresaron al inicio de la misma.
2. *Delinear los comportamientos que se busca generar.* La propuesta se enfoca en dos aspectos: que el estudiante se integre como parte de un grupo y que emplee esa socialización como motor para aprender.
3. *Describir a los jugadores.* El desarrollo de la experiencia presenta puntos atractivos para todas las clases de jugadores propuestas por Bartle (1996): los competidores pueden imponerse sobre los demás ganando el juego, los triunfadores tienen la posibilidad de obtener premios e insignias, los socializadores pueden relacionarse con los demás y los exploradores tienen la posibilidad de experimentar las diferentes fases del juego.

ISBN 978-987-47159-9-9

4. *Diseñar ciclos de actividades*. La acción de la experiencia se desarrolla a través de bucles de compromiso, ya que cada acción de los jugadores les da retroalimentación.
5. *No olvidar la diversión*. Se busca que los jugadores experimenten los siguientes placeres de Le Blanc: desafío, comunidad, expresión y obediencia. También se incluyeron las siguientes actividades de Radoff (2011): reconocer patrones, coleccionar, obtener reconocimiento por logros, recopilar conocimientos, intercambiar regalos, ser héroe, competir, dominar una habilidad y actuar de manera despreocupada.
6. *Implementar las herramientas adecuadas*. Además de los recursos necesarios expuestos previamente, podrían utilizarse un proyector, una computadora y una red de internet.

Si bien la propuesta no fue implementada aún, es posible advertir que cuenta con elementos que podrían resultar atrayentes para los estudiantes destinatarios.

5. CONCLUSIONES Y EXPECTATIVAS

Diseñar una propuesta gamificada no es una tarea sencilla, sino que requiere de una inversión de tiempo y esfuerzo. No obstante, si con ello se logra aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, la inversión resulta más que rentable. En este trabajo se logró diseñar y analizar una propuesta gamificada para la enseñanza de temas referidos a estructura atómica y Tabla Periódica. Este análisis permitió identificar elementos del juego que podrían resultar atractivos para los estudiantes. Como acciones futuras se prevé la evaluación de la propuesta por otros docentes, a través de encuestas y la implementación en una escuela de nivel medio de la zona. Tanto la evaluación como la implementación permitirán reconocer aciertos y desaciertos a fin de mejorar la propuesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bartle, R. (1996). *Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit Muds*. http://mud.co.uk/richard/hcds.htm

Carreras, C. (2017). Del homo ludens a la gamificación. *Quaderns de Filosofia*, *IV*(I), 107–118. https://doi.org/10.7203/qfia.4.1.9461

Deterding, S., O'Hara, K., Sicart, M., Dixon, D., & Nacke, L. (2011). Gamification: Using game design elements in non-gaming contexts. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 2425–2428. https://doi.org/10.1145/1979742.1979575

Hunicke, R., Leblanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. *19th National Conference on Artificial Intelligence.*

Olguin, Raiquen (s.f.) *Claramente explicado presenta: ¿Qué es un átomo y cómo lo sabemos?* https://edpuzzle.com/media/668561577f57f8799b5ffac5

Radoff, J. (2011). *Game on. Energize Your Business with Social Media Games.* Willey Publishing, Inc.

Sarmiento, B. R., Hernández Prados, M. Á., Carbonell Bernal, N., & Aguaded Gómez, M. C. (2021). Alfabetización del profesorado en gamificación mediada por las TIC. Estado del arte. *Media Education*, *12*(1), 53–65. https://doi.org/10.36253/me-10262

Ticmas Educación (2019). *Los Átomos* https://www.youtube.com/watch?v=2V-IYdcsoAw

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win*. Wharton Digital Press.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1oJEHneSxIIojoD0ZV2WhjCLdz5s1BDY9/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.16

TALLER DE ACOMPAÑAMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE EXÁMENES FINALES DE QUÍMICA GENERAL: UNA EXPERIENCIA CON ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE PRIMER AÑO

Laura Alejandra Núñez

Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.
lauranunez@uncaus.edu.ar

Magda Andrea Figueroa

Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.
mfigueroa@uncaus.edu.ar

Mariela Judith Llanes

Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.
mjllanes@uncaus.edu.ar

Mario Rolando Molina

Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus), Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.
mmolina@uncaus.edu.ar

Resumen

El presente trabajo describe la experiencia de un taller de acompañamiento para la preparación de exámenes finales de Química General dirigido a estudiantes Farmacia y de Profesorado en Ciencias Químicas y del Ambiente de la UNCAus. En el taller se trabajaron el aprendizaje autorregulado y estrategias metacognitivas, buscando fortalecer las habilidades de los estudiantes para enfrentar el desafío de los exámenes finales. Se desarrolló durante dos meses, combinando actividades presenciales y virtuales; incluyó sesiones sobre criterios de evaluación del examen final, organización del tiempo, elaboración de apuntes, integración de teoría-práctica y simulacros de examen. Los objetivos principales fueron proporcionar herramientas de organización, desarrollar habilidades metacognitivas, familiarizar a los estudiantes con los criterios de evaluación y fomentar estrategias efectivas para la comprensión de contenidos de Química. La experiencia reveló mejoras en la capacidad de los estudiantes para organizar su tiempo, integrar conceptos y abordar problemas complejos, además de reducir la ansiedad asociada a los exámenes. Los estudiantes demostraron una recepción positiva, expresando que el taller les resultó útil para prepararse mejor para los exámenes finales. Este tipo de talleres podría ser beneficioso como apoyo en la transición a la educación superior, especialmente en las asignaturas del primer año universitario.

Palabras clave: *estrategias de aprendizaje; examen final; Química General; educación superior; aprendizaje autorregulado.*

1. INTRODUCCIÓN

Química General (QG) es una de las asignaturas del primer cuatrimestre de primer año de las carreras de Farmacia y de Profesorado en Ciencias Químicas y del Ambiente de la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus). En el desarrollo de la asignatura se promueve de modo permanente la integración de los contenidos conceptuales y procedimentales abordados.

En los últimos años los estudiantes que regularizan QG evidencian dificultades para preparar, rendir y aprobar el examen final. Por tal razón, integrantes de esta cátedra que conforman un grupo de investigación decidieron ofrecer un acompañamiento sistemático que contribuyese a reducir la problemática.

ISBN 978-987-47159-9-9

La transición del nivel secundario a la educación superior presenta numerosos desafíos para los estudiantes, siendo uno de los más significativos la preparación y presentación de exámenes finales. Esta instancia evaluativa, particularmente en disciplinas como la Química General, no solo representa un hito en la acreditación de conocimientos, sino que también puede constituir una valiosa oportunidad de aprendizaje cuando se aborda adecuadamente (Carlino, 2005).

García Núñez et al. (2022) encontraron que estudiantes universitarios siguen utilizando estrategias relacionadas con la memorización a corto plazo, y se les dificulta incorporar el pensamiento crítico y la autorregulación metacognitiva, como el realizar evaluaciones críticas, el cuestionamiento propio y el análisis de tareas. Por otro lado, Ruiz Bernés et al. (2023) señalan que los estudiantes tienden a percibir los exámenes finales como eventos altamente estresantes y amenazantes. Esta percepción negativa puede desencadenar respuestas emocionales y conductuales adversas que no solo afectan su rendimiento académico, sino también su bienestar psicológico, exacerbando sentimientos de ansiedad y estrés, y comprometiendo su capacidad de aprendizaje efectivo y su salud mental a largo plazo. Frente a estas problemáticas, surge la necesidad de abordar estrategias que no solo preparen a los estudiantes para aprobar el examen, sino que también los ayuden a desarrollar habilidades metacognitivas y de aprendizaje autorregulado. En este sentido, Klimenko y Alvares (2009) enfatizan la importancia de un rol diferencial de la enseñanza, donde los profesores actúan como agentes cruciales en el proceso de aprendizaje, participando activamente en la enseñanza de estrategias cognitivas y metacognitivas que posibilitan regular y dirigir el proceso cognitivo.

Gibbs y Simpson (2004) argumentan que la forma en que los estudiantes se preparan para los exámenes influye significativamente en la calidad de su aprendizaje. Por lo tanto, enseñar estrategias efectivas de preparación puede mejorar no solo los resultados de los exámenes, sino también la profundidad y retención de los aprendizajes.

Carlino (2005) sostiene que los exámenes finales son una oportunidad clave para promover un aprendizaje profundo, ya que obligan a los estudiantes a revisar y reorganizar el conocimiento adquirido durante el curso. Según su perspectiva, esta instancia no debe limitarse a la mera memorización, sino que debe fomentar una reflexión crítica, una reevaluación de la comprensión inicial y la capacidad de integrar conceptos de manera personal. Subraya la importancia de acompañar a los estudiantes durante la preparación de los exámenes, brindándoles herramientas y estrategias que les permitan no sólo repasar la bibliografía, sino también construir un conocimiento más sólido y significativo. Este enfoque justifica la necesidad de diseñar una propuesta de acompañamiento que facilite el proceso de construcción de un aprendizaje autónomo y profundo, alineándose con las sugerencias de implementar estrategias didácticas flexibles y adaptativas para abordar la diversidad en los procesos de aprendizaje. De manera similar, se refuerza la importancia de enseñar a los estudiantes en el ámbito de la educación superior a desarrollar la habilidad de "aprender a aprender." Esto implica no sólo la transmisión de conocimientos específicos de una disciplina, sino también el fomento de habilidades metacognitivas que les permitan planificar, supervisar y evaluar su propio proceso de aprendizaje, especialmente en situaciones de alta presión como los exámenes finales (Monereo, 2007).

2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es describir y analizar la implementación de un taller de acompañamiento para la preparación integral del examen final de Química General de Farmacia y de Profesorado en Ciencias Químicas y del Ambiente de la UNCAus, realizado en 2023. Este taller se diseñó con la finalidad de proporcionar a los estudiantes estrategias didácticas no solo para transitar con éxito el examen, sino sobre todo promover el desarrollo de habilidades metacognitivas y de aprendizaje autorregulado. Además, se buscó fortalecer la capacidad en los estudiantes de organizar y gestionar los contenidos a estudiar, aplicando conceptos clave de la Química de manera integrada y coherente, mejorando sus habilidades comunicativas orales, esenciales para su desempeño en instancias de examen oral.

3. METODOLOGÍA

ISBN 978-987-47159-9-9

A partir del análisis de las dificultades enfrentadas por los estudiantes que cursaron QG, se identificaron varios obstáculos clave, tales como deficiencias en comprensión lectora de consignas y/o material teórico, organización de la información, situaciones de estrés e inseguridad en la oralidad durante el cursado y en los exámenes finales. Estos factores no solo pueden contribuir a bajas calificaciones de los estudiantes, sino también a retrasos en su presentación para rendir los exámenes finales. Atendiendo a estas dificultades, se diseñó y desarrolló un taller, con el objetivo de abordar estas necesidades de manera directa.

3.1. Estructura y organización del Taller

El taller se llevó a cabo durante el segundo cuatrimestre del año 2023, con una duración de dos meses y estuvo destinado a estudiantes de las carreras de Farmacia y Profesorado en Ciencias Químicas y del Ambiente que habían regularizado la asignatura de QG de la UNCAus pero aún no la habían acreditado. Participaron de la propuesta 46 estudiantes de las carreras mencionadas.

La propuesta fue llevada adelante por cuatro docentes de la cátedra antes mencionada, que forman parte del Proyecto de investigación PI 132 de la UNCAus. Se estructuró en cuatro módulos temáticos, cada uno enfocado en un conjunto de contenidos esenciales para la preparación del examen final. Cada uno de los módulos se desarrolló con un formato híbrido de dos sesiones semanales de 2 horas cada una, con la combinación de trabajo presencial (teórico-práctico), trabajo autónomo y acompañamiento asincrónico a través de Moodle, totalizando 48 horas de formación.

Según Litwin (2008), la mezcla de modalidades presenciales y virtuales ofrece mayor flexibilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo una mejor adaptación a las necesidades individuales de los estudiantes. Esta metodología aprovecha tanto el contacto directo docente-estudiante como las oportunidades de aprendizaje autónomo de la educación a distancia.

Al inicio del taller se compartió el cronograma, la modalidad y las condiciones de participación, permitiendo a los estudiantes planificar eficazmente sus actividades académicas y personales. Esta práctica se alinea con la idea de Camilloni (2007), quien enfatiza que una planificación clara y compartida es crucial para el éxito educativo, ya que ayuda a los estudiantes a estructurar su tiempo y esfuerzos en consonancia con los objetivos del cursado.

3.2. Estrategias didácticas Implementadas

Cada encuentro presencial, que implicaba una lectura previa de contenidos desarrollados en el cursado de QG, inició con la recuperación del material teórico con el objetivo de construir una guía de estudio que jerarquice los conceptos fundamentales y facilite la integración de contenidos de diferentes unidades temáticas; le siguió la resolución de actividades integradoras. Se trabajó en la identificación de palabras clave y la estructuración de respuestas adecuadas. Además, se dedicaron sesiones a la comprensión y análisis de consignas típicas de exámenes, fomentando la reflexión sobre el proceso de aprendizaje y la justificación oral de las decisiones tomadas durante la resolución de problemas. De acuerdo con Monereo (2007), estas actividades son fundamentales para el desarrollo de estrategias de aprendizaje y habilidades metacognitivas en los estudiantes, lo que les permite reflexionar sobre sus propios procesos cognitivos y adaptar sus métodos de estudio según las demandas de cada tarea.

Se propusieron también ejercicios de aplicación, tanto individuales como grupales, con prácticas de exposición oral de las explicaciones y fundamentaciones correspondientes. Estas actividades incluyeron simulacros de examen, en los que los estudiantes respondieron preguntas formuladas por sus pares y el docente, similares a las que deberían responder en el examen final, quienes a su vez intervenían aportando información, formulando preguntas y aclarando dudas. Esta metodología, enmarcada en el aprendizaje colaborativo, responde a lo planteado por Litwin (2008), quien sostiene que el trabajo en grupo y la retroalimentación entre pares son fundamentales para el desarrollo de competencias críticas y reflexivas en los estudiantes.

El aula virtual Moodle se empleó como un entorno complementario que ofreció recursos multimedia de apoyo y cuestionarios de autoevaluación al concluir cada módulo temático. Estos elementos fueron diseñados para guiar a los estudiantes hacia los aspectos más significativos del contenido, facilitando la autoevaluación de su nivel de comprensión y asimilación de los temas estudiados.

ISBN 978-987-47159-9-9

La incorporación de plataformas educativas como Moodle contribuye significativamente al desarrollo del aprendizaje autorregulado. Esto se debe a que proporcionan a los estudiantes herramientas efectivas para administrar su propio proceso de aprendizaje y obtener retroalimentación instantánea. Esta metodología permite a los alumnos tomar un papel más activo en su formación, adaptando el ritmo y el enfoque de estudio a sus necesidades individuales. Además, la integración de recursos multimedia y cuestionarios interactivos en el entorno virtual estimula diferentes estilos de aprendizaje, lo que puede aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes con el material de estudio. La autoevaluación regular también fomenta la metacognición, permitiendo a los alumnos dejan de ser sujetos pasivos o meros espectadores, para participar de la toma de decisiones (Perazzi y Celman, 2017).

3.3. Evaluación del Taller

Al finalizar el taller, se realizó una consulta anónima mediante un formulario de Google Forms para evaluar la experiencia de los participantes. Los resultados mostraron que la mayoría de los estudiantes que asistieron al taller regularizaron la asignatura en los años 2022 y 2023. Las principales razones para inscribirse en el taller fueron el deseo de repasar temas y aprender a preparar el examen final.

Aunque algunos participantes no cumplieron con la asistencia mínima exigida, principalmente debido a la carga de trabajo de otras materias, reportaron que el taller les ayudó significativamente a organizar el material de estudio, a comprender mejor los temas de Química y a ganar confianza para el examen final.

Las instancias de autoevaluación y las simulaciones en el aula virtual fueron consideradas especialmente útiles para visualizar de manera más clara los cambios físicos y químicos estudiados y para identificar aspectos que requerían un refuerzo adicional.

Además, el estudio de las encuestas mostró que la organización del taller, la estructura de las clases y el material didáctico fueron calificados como adecuados o muy adecuados. Todos los encuestados expresaron que recomendarían el taller a sus compañeros, destacando su utilidad para la organización del estudio y la comprensión de los temas abordados.

4. CONCLUSIONES

La implementación del TALLER DE ACOMPAÑAMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE EXÁMENES FINALES DE QUÍMICA GENERAL ha demostrado ser una acción efectiva para abordar las dificultades que enfrentan los estudiantes en esta instancia evaluativa crucial. La mayoría de los estudiantes que asistieron al taller regularizaron QG en 2022 o 2023. Un número significativo de ellos había recursado la materia, lo que subraya la necesidad de intervenciones adicionales para apoyar su progreso académico en esta asignatura.

Los resultados preliminares no solo muestran una mejora en la confianza y en las habilidades metacognitivas de los participantes, sino que también reflejan la importancia de proporcionar apoyo adicional en saberes clave de la asignatura. En cuanto a la motivación, los principales motivos para inscribirse en el taller fueron repasar los temas y aprender a preparar el examen final. No obstante, la irregular asistencia de los estudiantes al mismo, exhibió nuevos desafíos para este tipo de acciones extracurriculares, principalmente relacionados con conflictos con otras responsabilidades académicas que los participantes deben atender.

A pesar de estas dificultades, los estudiantes valoraron positivamente el taller, considerándolo una herramienta eficaz para alcanzar mejores desempeños en los exámenes. La mayoría expresó su disposición a recomendar el taller a sus compañeros, lo que sugiere que se percibe como una valiosa ayuda para el éxito académico.

Entre los aspectos destacados del taller, cabe mencionar la combinación de actividades presenciales y virtuales, el énfasis en el aprendizaje autorregulado y colaborativo, y la creación de un ambiente de aprendizaje flexible, adaptado a las necesidades individuales. Este enfoque integral, que incluyó la revisión de contenidos esenciales, el desarrollo de habilidades de estudio, el manejo del tiempo y la gestión de la ansiedad, fue particularmente valorado por los estudiantes. Este reconocimiento refuerza la idea de Camilloni (2007) de que la preparación para exámenes finales debe concebirse como una oportunidad para el desarrollo de competencias transversales útiles a lo largo de toda la carrera universitaria.

El desarrollo del taller reveló algunas áreas de mejora para posteriores propuestas, ya que los estudiantes sugirieron ajustes en la programación de las clases y la inclusión de espacios específicos para resolver dudas, con la expectativa de que estos cambios podrían aumentar la participación y mejorar la experiencia general.

La experiencia del taller ha evidenciado la importancia del rol docente en este proceso, dado que la orientación y el acompañamiento brindados no solo facilitaron la comprensión de los contenidos, sino que también fomentaron un ambiente de confianza en el que los estudiantes se sintieron apoyados en su proceso de aprendizaje. Esta propuesta representa una iniciativa prometedora para transformar una instancia tradicionalmente estresante en una oportunidad de aprendizaje significativo y desarrollo personal, con un impacto positivo en el desempeño académico y la preparación para futuros desafíos universitarios.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a UNCAus por el acompañamiento del proyecto “Promoción de la lectura y escritura disciplinar en Química General como herramienta para el aprendizaje” (PI 132 - Res. 211/20 C.S. UNCAus), en el marco del cual se efectuó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Camilloni, A. R. (2007). El saber didáctico. Paidós.

Carlino, P. (2005). Escribir, leer y aprender en la universidad: Una introducción a la alfabetización académica. Fondo de Cultura Económica.

García Nuñez, D.; Funes, L. A.; Buffa, F y García, M. B. (2022). Estudio de las estrategias cognitivas y metacognitivas en estudiantes de Biología. *Nuevas Perspectivas, 1*(2), 1-14. https://revistanuevasperspectivas.aduba.org.ar/ojs/index.php/nuevasperspectivas/article/view/8/18

Gibbs, G. y Simpson, C. (2004). Does your assessment support your students’ learning. *Journal of Teaching and learning in Higher Education*, *1*(1), 1-30. https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=c3838b86490ae536cdd4b1b45874af6e85b57403

Klimenko, O. y Alvares, J. L. (2009). Aprender cómo aprendo: la enseñanza de estrategias metacognitivas. *Educación y Educadores, 12*(2). 11-28. http://www.scielo.org.co/scielo. php?pid=s0123-12942009000200003&script=sci_arttext

Litwin, E. (2008). El oficio de enseñar: condiciones y contextos. Paidós.

Monereo, C. (2007). Hacia un nuevo paradigma del aprendizaje estratégico: el papel de la mediación social, del self y de las emociones. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 5*(3), 497-534. Disponible en https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=293121946003

Perazzi, M. y Celman, S. (2017) La evaluación de los aprendizajes en aulas universitarias: una investigación sobre las prácticas. *Praxis educativa, 21*(3), 23-31. https://www.scielo.org.ar/pdf/praxis/v21n3/v21n3a03.pdf

Ruiz Bernés, A.; Benítez Guerrero, V.; Rodríguez Gil, J. A.; Rivera Cortez, R. C. y Rea Páez, H. (2023). Análisis del Estrés Académico en Estudiantes Universitarios del Área de la Salud. *CISA, 4*(4), 54–82. https://doi.org/10.58299/cisa.v4i4.27

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1c0VlHsFgboa5pIkSdvF7AwC3ai-mmc64/view

ISBN 978-987-47159-9-9

GRUPOS DE ESTUDIO ACOMPAÑADOS PEDAGÓGICAMENTE: UNA EXPERIENCIA MOTIVADORA EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

Tobías Gaggioli Hernández

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina.

Laila Fernández

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina.

Albaro Lescano

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina.

Fernando Inze

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina.

Sonia Gallardo

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina.

Mariana Minchiotti*

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina.
minchio@agro.unc.edu.ar

Resumen

Los grupos de estudios llevados a cabo en la cátedra de Química Orgánica son espacios donde confluyen estudiantes en búsqueda de mejorar el aprendizaje de la asignatura que se ubica en el primer año, segundo cuatrimestre de las carreras de Ingeniería Agronómica, Ingeniería Zootecnista y Licenciatura en Agroalimentos de la FCA UNC. Los objetivos son: desarrollar competencias genéricas listadas en el Proyecto Tuning América Latina construyendo vínculos interpersonales que permitan mejorar el aprendizaje y la autogestión educativa y profesional, fomentar compromiso personal para lograr un aprendizaje activo e identificar fortalezas y debilidades en el proceso de aprendizaje. Los estudiantes participan en más de un grupo de estudio semanal, llevan la materia al día, afianzan los vínculos entre pares y construyen conocimiento mediante el trabajo colaborativo. Alentamos la práctica de autoevaluarse y co-evaluarse y tenemos la expectativa que esto traerá aparejado mejores calificaciones en los parciales y exámenes.

Palabras claves: *aprendizaje activo; trabajo colaborativo; competencias genéricas; comunicación; motivación.*

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto surge a partir de un trabajo de investigación acción llevado a cabo en la cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC. La investigación acción es el proceso de

ISBN 978-987-47159-9-9

reflexión por el cual, frente a un problema determinado, se pretende mejorar una práctica. El problema identificado es que los estudiantes manifestaron no saber cómo estudiar Química Orgánica ya que es una materia que conlleva una lógica diferente a las otras asignaturas que han tenido en primer año. Para ello, ideamos un plan de acción y finalmente lo evaluamos para establecer la efectividad de la acción tomada. Por último, los participantes reflexionan, explican los progresos y comunican estos resultados a la comunidad de investigadores de la acción (Muñoz Giraldo y col., 2002).

Para estudiar en grupo es necesario tener objetivos comunes, crear un horario compartido y encontrar un lugar adecuado. Son espacios donde se pretende desarrollar competencias genéricas y específicas tal como se establecen en el Proyecto Tuning América Latina (Bravo Salinas, 2007). Las competencias según Tobón (2008), son los saberes requeridos para que la persona pueda lograr los resultados descritos en cada uno de los criterios de desempeño, los cuales se clasifican en saber ser, saber conocer y saber hacer; son procesos complejos donde los individuos actúan de forma creativa ante problemas de su vida cotidiana, con el fin de darles solución. Las competencias genéricas y específicas que trabajamos en estos grupos de estudio son, entre otras: capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica; capacidad para organizar y planificar el tiempo; conocimientos sobre el área de estudio y la profesión; responsabilidad social y compromiso ciudadano; capacidad de comunicación oral y escrita; capacidad de investigación; capacidad de aprender y actualizarse permanentemente; capacidad crítica y autocrítica; capacidad creativa; capacidad para identificar, plantear y resolver problemas; capacidad para tomar decisiones; capacidad de trabajo en equipo; habilidades interpersonales; capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes; valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad; habilidad para trabajar en forma autónoma y compromiso con la calidad. También, habilidad para caracterizar grupos funcionales; habilidad de identificación de reacciones que puede sufrir una molécula de acuerdo a los grupos funcionales que presente; capacidad de predecir solventes en lo que puede disolverse una molécula de acuerdo a su estructura, habilidad para identificar grupos que pueden determinar estereoisomería y habilidad de caracterización de propiedades de los productos naturales: hidratos de carbono, lípidos y proteínas.

Esta propuesta de trabajo colaborativo en grupos de estudio es una acción que se lleva a cabo como respuesta a una inquietud que fue observada en los horarios de consulta de la asignatura. Los estudiantes acudían a las consultas y permanecían allí haciendo sus tareas. Cuando les surgía una duda, preguntaban a los docentes que estaban presentes, continuando después con sus estudios en silencio. Esto llevó a la siguiente reflexión: los alumnos necesitan un espacio donde encuentren a docentes dispuestos a ayudarles a resolver sus dudas en un tiempo que les permita asimilar algunos aprendizajes, desarrollar solos su creatividad en las respuestas y encontrar a quien pueda decirles está bien o no para poder continuar y así afianzar la autoestima y reforzar la motivación que presentan para autogestionarse en el estudio.

2. OBJETIVOS

* Desarrollar competencias genéricas y específicas listadas en el Proyecto Tuning América Latina.
* Construir vínculos interpersonales.
* Mejorar el aprendizaje y la autogestión educativa y profesional.
* Fomentar compromiso personal.
* Lograr un aprendizaje activo.
* Identificar fortalezas y debilidades en el proceso de aprendizaje.

3. METODOLOGÍA

Se observa que los estudiantes de primer año necesitan desarrollar competencias de manera acompañada. Planteamos el hecho de formar grupos de estudio en horarios diferentes con el propósito de animar a estudiantes a aprender a estudiar desde la primera semana de clases desplegando habilidades interpersonales para poder cumplir sus propios objetivos, tales como aplicar el conocimiento y así obtener mejores resultados en sus exámenes. Se ofrecen 2 (dos) horas diarias para el desarrollo de estos espacios

ISBN 978-987-47159-9-9

acompañados por docentes o ayudantes alumnos que cursan años superiores y ya han acreditado la materia. Los estudiantes respetan el horario, participan activamente en la amplitud horaria ofrecida resolviendo sus dudas e intercambiando técnicas de estudio. Al finalizar los estudiantes evalúan la experiencia con la realización de una rúbrica para poder autoevaluarse (TABLA I) y evaluar la dinámica del grupo (TABLA II).

TABLA I. *Rúbrica utilizada para la autoevaluación, basada en un trabajo de Blázquez -Llamas* y col. *(2022).*

Nombre y apellido del estudiante	*Día que asiste al grupo de estudio*									
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
REALIZACIÓN DE TAREAS - entrega en fecha pautada - pertinencia en el análisis del material - lenguaje apropiado										
PARTICIPACIÓN - puntualidad - asistencia - intercambio de información - opiniones, sugerencias e ideas										
RESPONSABILIDAD - compromiso con los objetivos - realización de acciones concretas										
ESCUCHA ACTIVA - estilo comunicativo gestual										
COOPERACIÓN - coordina esfuerzos hacia un ambiente de trabajo constructivo - concilia - motiva al grupo										
TOMA DE DECISIONES - consensúa - actúa democráticamente - acepta las decisiones de la mayoría										

TABLA II. *Rúbrica utilizada para la evaluación del grupo, basada en un trabajo de Compte Guerrero y Sánchez Del Campo Lafita (2019).*

Nombre y apellido del estudiante	*Día que asiste al grupo de estudio*									
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
DINÁMICA DE GRUPO - Participación - Problemáticas originadas - Resolución de conflictos										
CAPACIDAD DE ANÁLISIS - Intercambio de información - Opiniones, sugerencias e ideas										

ISBN 978-987-47159-9-9

(Continuación TABLA II)

Nombre y apellido del estudiante	*Día que asiste al grupo de estudio*									
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
DIÁLOGO - Compromiso - Aceptación de decisiones de la mayoría - Toma de decisiones - Actuación democrática										
SÍNTESIS - Realización de acciones de síntesis - Integración de conceptos										
COOPERACIÓN - Ambiente de trabajo constructivo - Conciliación - Motivación del grupo										

Los estudiantes evalúan, cada día que asisten a los grupos de estudio según sus preferencias, necesidades y posibilidades, a ellos mismos y al grupo en el que participaron con una calificación cualitativa: excelente (E), muy bueno (MB), bueno (B) y regular (R) en los diferentes parámetros considerados.

4. EXPECTATIVAS

En general, la química puede resultar un área de estudio compleja de entender para los alumnos que comienzan a introducirse en ella. Esta problemática se acentúa en la química orgánica, lo cual se traduce en un considerable porcentaje de estudiantes que recursan la asignatura. Quienes aspiran a promocionar la materia comprenden que deben realizar un esfuerzo mayor en comparación a otras materias para poder acreditarla. Por lo observado hasta este momento con el desarrollo de los grupos de estudio, creemos que los estudiantes están en mejores condiciones que años anteriores con respecto a los temas aprendidos a la misma altura del año, desafiando lo que suele ser normal que es dejar el estudio exhaustivo de las materias para los días previos a los parciales. Sin embargo, desde la implementación de estos encuentros para estudio, el estudiantado lleva aprendidas las unidades temáticas correspondientes a cada semana y se adelanta con la ejercitación que normalmente se realizaba en las clases de seminario. De esta manera, los estudiantes asisten a las clases con las guías resueltas y aprovechan el espacio del seminario para realizar preguntas específicas que ayudan a profundizar los temas. Estos hechos demuestran la motivación que los grupos de estudio les han otorgado, reforzando así nuestra convicción acerca de este modelo que promueve que los estudiantes busquen, seleccionen, construyan y comuniquen conocimientos colaborativamente (Santacoloma Varón, 2020).

Por esta razón, somos optimistas de que la mayoría de los estudiantes sortearán de forma eficiente y con buenas calificaciones los parciales y exámenes. Lo anteriormente expuesto nos llevará a mejorar la estadística en la acreditación de la de la materia.

5. CONCLUSIONES

Los grupos de estudios desarrollados en la cátedra de Química Orgánica han demostrado aglutinar gran cantidad de estudiantes deseosos de aprender, inclinados al estudio diario, el compromiso por entender antes que solo “sacar una materia”. Muchos de ellos esperan ansiosos estos espacios llegando a la cátedra con 15 minutos de anticipación. Han desarrollado capacidades de aplicación de los conocimientos, de organización y

planificación del tiempo, de comunicación oral y escrita, de aprendizaje, de hacer crítica y autocrítica, de identificación, planteamiento y resolución de problemas, de trabajo en equipo y en forma autónoma y colaborativa.

Además, se ha reforzado el comprometido vínculo pedagógico entre docentes, ayudantes alumnos y estudiantes desarrollando un proceso iterativo donde se resaltan el aprendizaje, la aplicación, la retroalimentación y la reflexión, el desaprendizaje y el reaprendizaje (González Velasco, 2018).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blázquez-Llamas, M.A, Tortajada, F.J., Gieure, C. y Hernández-Martínez, A.M. (2022). Diseño y validación de una rúbrica para evaluar el proceso de trabajo en equipo en el entorno universitario. *VIII Congreso de Innovación y Docencia In-Red UPV.* https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15825

Bravo Salinas, Néstor (2007). Competencias Proyecto Tuning-Europa, Tuning-América Latina.

Compte Guerrero, M., y Sánchez Del Campo Lafita, M. (2019). Aprendizaje colaborativo en el sistema de educación superior ecuatoriano. *Revista De Ciencias Sociales, 25*(2), 131-140. https://doi.org/10.31876/rcs.v25i2.27342.

González Velasco, Juan Miguel (2018). El bucle educativo: Aprendizaje, pensamiento complejo y transdisciplinariedad. Modelos de planificaciones de aula metacomplejas. *Revista Integra Educativa.*

Muñoz Giraldo J. F., Quintero Corzo J. y Munevar Molina, R. A. (2002). Experiencias en investigación-acción-reflexión con educadores en proceso de formación. *REDIE* [online]. Vol. 4, N° 1, pp. 01-15.

Santacoloma Barón, L. (2020). Agro-Relatos. Periódico Universitario para el desarrollo de competencias de escritura y pensamiento crítico en estudiantes de Ciencias Agrarias. Revista Luciérnaga Comunicación. Vol.12 Núm. 23. Pp:174-189. https://doi.org/10.33571/ revistaluciernaga.v12n23a9

Tobón S. (2008). *La formación basada en competencias en la educación superior: El enfoque complejo.* Universidad Autónoma de Guadalajara, Curso IGLU. México.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1aw3qaQI3i0ITAVR52R4NQXGW0qBAB6GN/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.18

PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS FAMILIAS DE COMPUESTOS EN QUÍMICA ORGÁNICA EMPLEANDO CHATBOTS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Magalí Pasqualone

Instituto Universitario Policial Provincial "Comisario General Honoris Causa Juan Vucetich", La Plata, Buenos Aires, Argentina.
magali.pasqualone@iuv.gba.gov.ar

Luis Sujatovich

Instituto Universitario Policial Provincial "Comisario General Honoris Causa Juan Vucetich" y Universidad del Este (UDE), La Plata, Buenos Aires, Argentina.
sujatovich@gmail.com

María Eugenia Morrone

Instituto Universitario Policial Provincial "Comisario General Honoris Causa Juan Vucetich", La Plata, Buenos Aires, Argentina.
criminalistica@iuv.gba.gov.ar

Resumen

El presente trabajo describe una propuesta para la implementación de los chatbots de inteligencia artificial en el marco de una actividad para la enseñanza de las familias orgánicas en un curso de Química Orgánica Básica. La secuencia didáctica propuesta busca la generación de contenido áulico por parte de los estudiantes, promoviendo durante el proceso el pensamiento crítico y el análisis, selección y comparación de información obtenida mediante diversas fuentes. Para ello se proponen una serie de actividades grupales basadas en el uso de la inteligencia artificial y otras herramientas digitales que permitan la generación de contenido atractivo para el estudiantado, al mismo tiempo que muestra una forma de aplicar estas nuevas herramientas tecnológicas con fines educativos. En términos metodológicos, esta actividad se basa en el trabajo con distintos chatbots de inteligencia artificial (IA) y bibliografía tradicional, en base a una consigna disparadora establecida por el docente, quien actuará como guía y moderador de la actividad. Cada grupo presentará su trabajo bajo la forma de póster, los cuales serán socializados y analizados por sus compañeros. Asimismo, se propone una evaluación grupal de los saberes trabajados en la cual cada grupo elaborará sus propias consignas y evaluará los resultados obtenidos.

Palabras clave: *Química Orgánica; inteligencia artificial; familias químicas; secuencia didáctica; trabajo colaborativo.*

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el surgimiento de nuevas tecnologías de la información y comunicaciones ha sido cada vez más vertiginoso. Una de las nuevas herramientas que ha generado un gran impacto no solo en la educación sino también en la sociedad han sido los denominados chatbots de inteligencia artificial (IA). Se define chatbot a un programa que simula una conversación con el usuario humano, existiendo chatbots basados en IA conversacional que emplean técnicas tales como el procesamiento de lenguaje natural (PLN) para analizar preguntas y producir una respuesta similar a la humana; mientras que aquellos de tipo IA generativa son capaces de crear, resumir, predecir o traducir contenido (IBM, s.f.). Este tipo de herramientas se caracterizan además por brindar respuestas rápidas a las consultas realizadas por los usuarios.

El uso de chatbots se encuentra actualmente extendido y los estudiantes son activos usuarios de esta tecnología. Por tanto, es necesario analizar la repercusión de esta herramienta en el ámbito educativo. Pérez y Robador Papich (2023) describen en su trabajo una serie de beneficios del uso del ChatGPT tanto para los docentes como para los estudiantes. Respecto a éstos últimos, los autores indican que el uso del chatbot de IA

ISBN 978-987-47159-9-9

puede contribuir a la personalización de los recursos educativos, mejorando su comprensión y retención; a una mayor interacción con los docentes; al acceso a comentarios inmediatos y detallados sobre resoluciones de actividades y evaluaciones; y además valoran la posibilidad de los estudiantes de acceder a recursos educativos de alta calidad.

Por su parte, Nuñez-Michuy et al. (2023) realizaron una revisión sistemática sobre la producción científica en el ámbito de la IA en Educación, concluyendo que la IA posee un significativo potencial para la personalización de la enseñanza y el mejoramiento del rendimiento de los estudiantes. Asimismo, remarcan que la incorporación y aplicación de esta herramienta debe ser guiada debido no solo a su impacto en la pedagogía, sino en la sociedad en su conjunto.

Sin embargo, la inclusión de este tipo de herramientas no se encuentra exenta de desafíos al momento de su aplicación en el contexto de enseñanza. Una de las cuestiones que más preocupa a los docentes es la posibilidad de que los chatbots como ChatGPT pudieran afectar negativamente la motivación por la escritura, las habilidades de expresión lingüísticas y el pensamiento independiente de los estudiantes (Dwivedi et al., 2023). En términos de motivación e interés, Fryer et al. (2017) estudiaron la diferencia en el interés de los estudiantes de idiomas extranjeros cuando la realización de tareas se desarrollaba con interacción humana o solo con el uso de un chatbot. El estudio halló un sostenimiento del interés a lo largo del tiempo cuando las tareas eran realizadas con un compañero en relación al mismo trabajo con un chatbot. Éste es por tanto uno de los desafíos de la inclusión de la tecnología de chatbot en las aulas: desarrollar secuencias didácticas en las cuales la inclusión de la tecnología complemente a la interacción humana, sin suplantarla.

Otro de los grandes desafíos del uso de los chatbots radica en el análisis y selección de la información brindada. Este punto no resulta algo novedoso en términos de la labor docente y la formación de los estudiantes en torno al uso de las fuentes de información. Desde el surgimiento masivo de internet, las fuentes de información se han multiplicado, muchas de ellas conteniendo datos erróneos, otros cuestionables y/o referidos en fuentes no confiables. Desde entonces, uno de los objetivos del rol docente ha sido formar a los estudiantes en el desarrollo de criterios para el análisis, evaluación y selección de información. Esta tarea debe extenderse en estos tiempos al uso de los chatbots de IA al ser en sí mismos fuentes de información.

El uso de estos chats no solo tiene como riesgo el acceso por parte de los estudiantes a información errónea o incompleta; sino que además (aún siendo correcta la información recibida) ésta suele contener en la mayoría de los casos una gran cantidad de datos, lo cual puede resultar abrumador para los estudiantes y contraproducente para su proceso de aprendizaje.

Si bien muchos docentes ven una amenaza frente al surgimiento repentino de los chatbots de IA como el chat GPT, otros ven una oportunidad para incorporar estos instrumentos a sus clases, sumado a la necesidad de una adecuada alfabetización digital y una reestructuración de los curriculums y programas, los cuales actualmente no están diseñados para incorporar estas herramientas al proceso de enseñanza (Shrivastava, 2022). Un ejemplo de aplicación de los chatbots en el proceso educativo se advierte en el trabajo de Cajo-Torres et al. (2024), quienes incorporaron el uso del ChatGPT en el marco de una propuesta de metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos para la asignatura Emprendimiento y Gestión, y compararon los resultados obtenidos por el grupo que incorporó el chatbot en el desarrollo de la actividad con los obtenidos por el grupo que realizó la actividad de forma tradicional. Los autores concluyeron que el grupo que realizó la incorporación de la herramienta tecnológica, obtuvo mejor desempeño en términos de indicadores de calidad, creatividad, trabajo colaborativo, generación de ideas, capacidad crítica; y ética y responsabilidad. Asimismo, en el estudio se destaca una valoración positiva del estudiantado frente al uso de la herramienta.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es presentar una propuesta para la enseñanza de las familias de los compuestos orgánicos en una actividad de tipo introductoria en el marco de un curso de Química Orgánica Básica. Esta actividad busca promover la incorporación de los chatbots de IA en una secuencia didáctica diseñada específicamente para que el uso de la herramienta no suplante las capacidades de razonamiento crítico y socialización de los estudiantes, sino que colabore en un proceso formativo y colaborativo de producción de

ISBN 978-987-47159-9-9

contenido áulico. Asimismo, se propone emplear la actividad como oportunidad para generar una alfabetización digital, promoviendo la valoración de fuentes de información, su análisis y la selección de información obtenida.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La presente propuesta fue diseñada para ser aplicada tanto en un curso de Química Orgánica Básica universitario o secundario (con la adaptación de nivel de contenidos adecuada); y se basa en una actividad introductoria en el estudio de los grupos funcionales orgánicos y familias orgánicas, mediante la generación de contenido áulico colaborativo por parte de los estudiantes con ayuda de diversas fuentes bibliográficas y herramientas tecnológicas en el marco de un trabajo grupal que favorezca la interacción entre estudiantes, y entre estudiantes y docentes. Cada grupo trabajará en base a una familia química que será asignada al azar por el docente en una consigna, de manera que, al terminar la actividad, y considerando la totalidad de los grupos, se habrán trabajado sobre numerosas familias orgánicas. La generación de contenido áulico permitirá al docente recuperar en posteriores clases los saberes trabajados revalorizando el trabajo, la creatividad y producción de los estudiantes.

En la secuencia de actividades desarrollada se propone el trabajo grupal con el uso de diversos chatbots de IA en simultáneo con la bibliografía tradicional, en la cual cada grupo buscará las características principales de una familia orgánica asignada a partir de una consigna disparadora propuesta por el docente (esta consigna podrá ser adaptada al nivel educativo correspondiente en el cual se encuentran los estudiantes). La consigna también solicitará que cada grupo elabore un breve cuestionario Verdadero o Falso sobre las características de esa familia orgánica. De esta forma, se busca el uso de los chatbots como fuentes de consulta en conjunto con la bibliografía tradicional, favoreciendo la comparación de diversas fuentes bibliográficas, y el análisis y selección criteriosa de la información obtenida. Asimismo, el docente actuará como guía colaborando con los estudiantes en la selección de la información, su jerarquización y evaluación de posibles datos erróneos surgidos.

Posteriormente, la información obtenida por los grupos se empleará en la realización de un trabajo colaborativo tipo *póster* mediante el uso de una aplicación de diseño de elección de los estudiantes, y una vez finalizadas las producciones éstas serán socializadas en el aula virtual o en un mural virtual.

Finalmente, se propone luego de la socialización un momento de evaluación en el cual el docente actuará de moderador en una evaluación oral general, donde cada grupo presentará de forma secuencial las consignas generadas y los demás grupos deberán responder basándose en la información presentada en los pósteres elaborados, siendo el grupo a cargo de cada familia funcional quien deberá indicar si la respuesta es correcta o no y por qué. Luego, el siguiente grupo presentará los enunciados evaluativos de su familia funcional y los otros grupos deberán responder en base a la información socializada. Por ejemplo, a partir de la lectura de un enunciado verdadero o falso sobre los alcoholes, los grupos que no trabajaron sobre la familia de los alcoholes deberán indicar si el enunciado es Verdadero o Falso, y posteriormente el grupo que trabajó la temática de los alcoholes y es autor de los enunciados evaluativos, deberá indicar si lo respondido por sus pares es correcto o no, explicando el fundamento. Posteriormente, un siguiente grupo evaluará las respuestas de sus compañeros en relación a la familia química que le fue asignada, y así sucesivamente. De esta manera, todos los grupos evaluarán sus conocimientos en torno a los grupos funcionales que trabajaron sus compañeros y sobre la propia temática abordada, favoreciendo una retroalimentación entre los grupos y sus producciones.

4. METODOLOGÍA

4.1. Selección de las herramientas

Para la realización de la propuesta se propone que cada grupo emplee las siguientes herramientas:

- Aplicaciones de chatbot de IA (al menos tres distintas) por ejemplo: Meta, Chat GPT, Gemini, etc.; y al menos dos fuentes bibliográficas recomendadas por la cátedra. La multiplicidad de fuentes fue pensada con doble propósito: por un lado, como forma de complementar la información recopilada por las aplicaciones; y también como forma de verificar la información obtenida por los chatbots. Esto último busca formar a los estudiantes en la revisión de los datos recopilados por este tipo de aplicaciones, mostrando que la multiplicidad

ISBN 978-987-47159-9-9

de fuentes contribuye a la confiabilidad de los datos obtenidos. Por otro lado, las fuentes consultadas también se emplearán para la elaboración del cuestionario tipo verdadero o falso con el cual se podrán evaluar las temáticas abordadas.

- Bibliografía de la cátedra

- Aplicación de diseño (por ejemplo, Canva): este tipo de aplicación será importante para el armado del instrumento centralizador de la información recopilada. Como se describe más adelante, se pretende que cada grupo genere un póster de la temática específica sobre la cual han trabajado, el cual socializarán con sus compañeros.

- Aplicación tipo mural virtual (por ejemplo, Padlet) o aula virtual. Será empleada como soporte de socialización de los pósters generados por los grupos.

4.2. Desarrollo de la secuencia didáctica propuesta

Se plantea un trabajo grupal, con grupos de estudiantes de aproximadamente 3-4 integrantes, con uno o más docentes guiando a los grupos en la selección y organización de la información en sus producciones. La modalidad de la actividad (presencial o virtual), así como los tiempos para cada momento o la división de la propuesta en dos o más clases, podrán ser adaptados a las necesidades de cada curso en particular.

Momento 1. Introducción

A modo de contextualización de la actividad a realizar, el docente realizará una introducción a las familias orgánicas indicando qué son, cómo se identifican y su relevancia en términos de nomenclatura y reactividad en Química Orgánica.

Momento 2. Recopilación, análisis y selección de información

Se dará lugar a la formación de los grupos de trabajo. Una vez formados los grupos, cada grupo recibirá la consigna que se muestra en la FIGURA 1.

> *Vamos a elaborar un póster sobre la familia de los* (aquí se incluye una familia orgánica; por ejemplo, para un grupo será: ácidos carboxílicos, para otro grupo será alcoholes). *Para ello, necesitaremos conocer algunos datos sobre la familia. Les proponemos que empleen al menos 3 aplicaciones tipo chatbot de su elección y dos libros de la bibliografía recomendada y recopilen información sobre:*
>
> *- ¿A qué se llaman … (ácidos carboxílicos) …?*
> *- ¿Cuáles son sus propiedades físicas?*
> *- ¿Cuáles son sus propiedades químicas?*
> *- ¿Qué usos industriales tienen?*
> *- ¿En qué sustancias naturales podemos encontrarlos?*
>
> *Verán que tendrán mucha información en cada fuente empleada. Los invitamos a analizarla, ver que sea coherente y a sintetizar los aspectos más importantes y relevantes ¡También aprovechen la oportunidad para elaborar con ayuda de los chatbots y la bibliografía 5 enunciados de verdadero o falso para evaluar posteriormente las características de la familia orgánica!*

FIGURA 1. *Consigna para trabajar en grupos de acuerdo al momento 2*

Al desarrollar esta actividad, los estudiantes encontrarán una gran cantidad de información brindada por los chatbots, lo cual necesariamente los llevará al análisis de la información, su selección y síntesis, de manera de lograr un posterior póster de sencilla lectura. Asimismo, en esta etapa, el docente guiará a los estudiantes en la selección de información y comentará sobre la importancia de verificar la información obtenida mediante el uso de varias fuentes.

Momento 3. Creación de contenido

En un momento posterior, luego de que cada grupo haya recopilado la información necesaria, se les propondrá el armado de un póster en el cual se presenten los datos recopilados para cada familia química. Para ello, podrán emplear la aplicación de diseño que elijan (por ejemplo, Canva), y se les dará libertad creativa en la elaboración.

Momento 4. Socialización

Una vez elaborados los posters de cada grupo, se les solicitará a los estudiantes que coloquen sus producciones en el aula virtual o en un mural virtual (tipo Padlet), de manera que todos los grupos puedan leer las producciones de sus compañeros.

Momento 5. Evaluación grupal

Los docentes propondrán un ejercicio de evaluación grupal oral. Como cada grupo trabajó sobre una familia química orgánica en particular, el docente leerá en voz alta los distintos enunciados sobre las familias químicas orgánicas elaborados por los grupos, siendo cada grupo que elaboró las preguntas el encargado de indicar si las respuestas dadas por sus compañeros son correctas.

Momento 6. Cierre

Se realizará un cierre, en el cual el docente revalorizará las producciones realizadas, se focalizará en mencionar particularidades que hayan surgido durante la recopilación de información (datos erróneos, información incoherente, etc.), haciendo hincapié en la revisión de los datos recolectados mediante chatbots de IA.

5. EXPECTATIVAS

La aplicación de esta propuesta busca favorecer el aprendizaje de las familias de compuestos orgánicos mediante la inclusión de las herramientas de IA sin afectar la capacidad crítica de los estudiantes y su socialización, permitiendo además que puedan adquirir destrezas en el análisis y comparación de fuentes de información. Asimismo, se pretende incrementar el interés y la creatividad de los estudiantes mediante la incorporación de herramientas tecnológicas actuales dentro de un marco de trabajo grupal colaborativo.

6. CONCLUSIÓN

Esta propuesta presenta una actividad de tipo grupal basada en el uso de inteligencia artificial y herramientas tecnológicas para el aprendizaje de las familias químicas orgánicas. Se proponen distintos momentos en la clase, con objetivos que apuntan más allá del mero aprendizaje disciplinar, sino también buscan favorecer la consulta de múltiples fuentes de información, la evaluación de la información, su selección y presentación. Asimismo, se plantea una evaluación que permita la retroalimentación entre los estudiantes, revalorizando las producciones realizadas y la labor grupal. El presente trabajo busca ser de utilidad para los docentes que deseen aplicar las herramientas de IA tipo chatbot en sus clases de Química Orgánica; así como también en otras áreas temáticas de la Química o disciplinas afines.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cajo-Torres, M. B., Ochoa-Icaza S. A., Marín-Figuera, M. G. y Yánez-Cando, X. O. (2024). ChatGPT como herramienta pedagógica en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos. *593 Digital Publisher CEIT*, *9*(4), 197-209. https://doi.org/10.33386/593dp.2024.4.2493

Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H. (2023). So what if ChatGPT wrote it? Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *Int. J. Inf. Manag., 71***,** 102642. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642

Fryer, L., Ainley, M., Thompson, A., Gibson, A., y Sherlock, Z. (2017). Stimulating and sustaining interest in a language course: an experimental comparison of chatbot and human task partners. *Comput. Human Behav. 75*, 461–468. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.05.045

IBM (s.f.). ¿Qué es un chatbot? https://www.ibm.com/es-es/topics/chatbots

Núñez-Michuy, C. M., Agualongo-Chela, L. M., Vistin Vistin, J. M., y López Quincha, M. (2023). La Inteligencia Artificial en la pedagogía como modelo de enseñanza. *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación*, *8*(2), 120–135. https://doi.org/10.33262/ rmc.v8i1.2932

Pérez, M. A. y Robador Papich, S. M. (junio, 2023). El futuro de la Educación Universitaria con Chat GPT [Artículo] *XVIII Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología*, Hurlingham, Argentina. https://teyet2023.unahur.edu.ar/assets/pdf/Teyet-2023-UNAHUR-Actas.pdf

Shrivastava, R. (12 de diciembre de 2022). Teachers fear ChatGPT will make cheating easier than ever. *Forbes*. https://www.forbes.com/sites/rashishrivastava/2022/12/12/teachers-fear-chatgpt-will-make-cheating-easier-than-ever/

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1relsHDRw-hMAQWtIMoxpcu5Hvkmq2RNt/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.19

¿QUÉ ESPERAN LOS ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO DE SUS PROFESORES DE QUÍMICA?

Jesica A. Tello

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), San Luis, Argentina.
jatello@email.unsl.edu.ar

Luciana Comerci

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), San Luis, Argentina.
liclcomerci@gmail.com

M. Paulina Montaña

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), San Luis, Argentina.
mpaulina.monta.a@gmail.com

Susana C. Salvetti

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), San Luis, Argentina.

Gabriela V. Ferrari

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), San Luis, Argentina.
gvferrari@gmail.com

Resumen

En este trabajo se recolectan las expectativas de estudiantes de nivel medio de la provincia de San Luis respecto de sus Profesores de Química. Se trabajó empleando nubes de palabras que permitieron identificar los términos más frecuentes y significativos que describen las expectativas de los estudiantes de nivel medio de la provincia de San Luis respecto de sus docentes de Química. En el análisis de la nube obtenida se destaca en primer lugar que los estudiantes esperan que sus docentes implementen mayor cantidad de prácticas de laboratorio, una cuestión fundamental en la enseñanza de esta disciplina. También advierten posibles puntos a mejorar relacionados con la formación docente, la importancia de desarrollar habilidades socioemocionales en los docentes y la promoción del aprendizaje situado.

Palabras clave: *influencia docente; aprendizaje motivador; profesores de Química; expectativa; estudiantes.*

1. INTRODUCCIÓN

La expectativa que los estudiantes tienen de sus profesores de nivel medio influye en gran medida sobre su proceso de aprendizaje y es un aspecto que no siempre es tenido en cuenta. Comprenderla es esencial para mejorar la calidad educativa ya que puede influir en la motivación, en el desempeño académico y en la relación docente-estudiante. Esto se vuelve aún más importante en disciplinas como la Química, donde los estudiantes se encuentran con nuevos lenguajes, concepciones abstractas y procedimientos matemáticos que podrían resultarles confusos, dificultando aún más el proceso de aprendizaje (Ordaz González & Mostue, 2018).

Analizar este aspecto no solo facilita la identificación de áreas de mejora en la enseñanza, sino que también promueve un entorno educativo más participativo y centrado en el estudiante. No obstante, la recolección de datos a veces puede resultar compleja si se realiza mediante encuestas abiertas o preguntas cualitativas. Una posibilidad para facilitar esta recopilación se da a través del uso de nubes de palabras. Las nubes de palabras son cada vez más empleadas como una herramienta para identificar el foco en materiales escritos (Atenstaedt, 2017) pero también ofrecen otras posibilidades. Esta herramienta puede revelar aspectos

ISBN 978-987-47159-9-9

clave de la enseñanza que los estudiantes valoran o critican, conduciendo a los docentes a la reflexión sobre sus prácticas y a la implementación de mejoras.

En este contexto surge este estudio cualitativo, cuyo objetivo es detectar y analizar expectativas y opiniones de los estudiantes de nivel medio sobre sus Profesores de Química, utilizando una herramienta visual como la nube de palabras, en la cual se pueden identificar los términos más frecuentes y significativos asociados a esas expectativas. De este modo se pueden explorar las impresiones generales que los estudiantes tienen sobre sus docentes de una manera accesible y comprensible. El resultado de este trabajo puede proporcionar a los docentes y a las instituciones educativas una herramienta valiosa para reflexionar sobre sus prácticas, permitiendo el diseño de estrategias pedagógicas y didácticas más alineadas con las necesidades y expectativas de los estudiantes.

2. METODOLOGÍA

En este trabajo se recolectaron las respuestas de más de 270 estudiantes de escuelas de nivel medio que participaron de las Ofertas Educativas llevadas a cabo en la Universidad Nacional de San Luis en los años 2018, 2019, 2022 y 2023. En estos eventos las comisiones de las distintas carreras que se dictan en la UNSL proponen actividades que permiten el contacto directo con los estudiantes, principalmente del nivel medio. En ese momento del año en que desde las Universidades Nacionales el foco está sobre los estudiantes de nivel medio, desde la Comisión de Carrera del Profesorado en Química se propuso analizar la expectativa que los estudiantes construyeron sobre sus docentes de Química.

La recolección de datos se realizó mediante el uso de nubes de palabras, solicitando a los estudiantes participantes que en una palabra o una frase muy corta expresaran cómo desearían que fueran sus docentes de Química. Con las nubes obtenidas en los diferentes años se construyó una única nube de palabras. Esta técnica visual que resalta la frecuencia de palabras en un corpus de texto, haciendo más grandes y prominentes las palabras más repetidas, es especialmente útil en estudios educativos porque facilita la identificación de patrones y tendencias en las respuestas de los estudiantes, permitiendo obtener una visión rápida y efectiva de qué esperan los estudiantes de sus docentes. También se pueden realizar análisis adicionales, como la categorización de términos en positivos, negativos o neutros, para obtener una comprensión más detallada.

3. RESULTADOS

La recolección de datos se realizó durante el desarrollo de cuatro ofertas educativas durante los años 2018, 2019, 2022 y 2023. En la Figura 1 pueden observarse ejemplos de nubes de palabras obtenidas en los diferentes eventos.

A primera vista destacan palabras como: “experimentar”, “laboratorios” y “juegos”, dando un primer indicio acerca de dónde están los puntos a mejorar en la práctica docente. Algunas frases también señalan necesidades a resolver en la formación de los docentes, como son: “que no se salten las pedagógicas” y las numerosas veces que figura la palabra “didáctica”. No obstante, también se observan algunas frases que llaman la atención ya que ponen de manifiesto cuestiones que van más allá de la formación docente como: “que no grite” o “que trate bien”. Las cualidades personales del docente constituyen un factor que incide en el rendimiento académico de los estudiantes (Ramos Monsivais & Hernández, 2021), por lo que la aparición de estas frases debería ser un aspecto relevante a tener en cuenta.

Las palabras que los estudiantes escribieron fueron utilizadas para generar una nube general utilizando la aplicación Nube de palabras (disponible en: https://www.nubedepalabras.es/). En la Figura 2 puede observarse la imagen obtenida, en la cual las palabras de mayor tamaño corresponden a aquellas que más veces se repitieron.

ISBN 978-987-47159-9-9

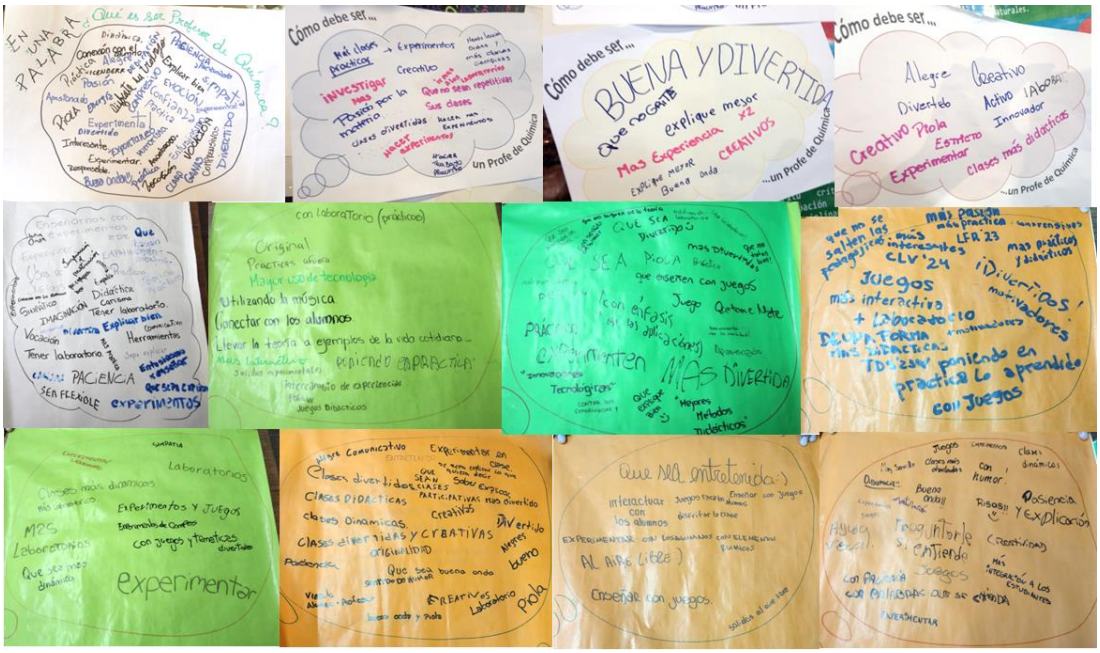


FIGURA 1. *Nubes de palabras generadas por los estudiantes de nivel medio que participaron de las Ofertas Educativas llevadas a cabo en la Universidad Nacional de San Luis en los años 2018, 2019, 2022 y 2023. Fuente: elaboración propia.*

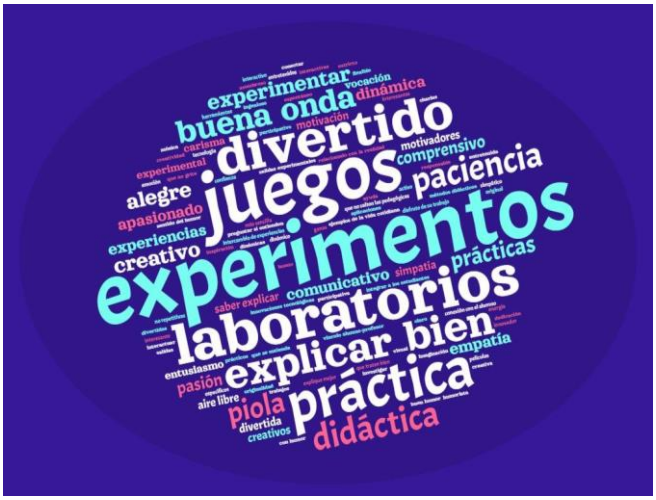


FIGURA 2. *Nube de palabras generada empleando todos los aportes de los estudiantes. Fuente: elaboración propia.*

La palabra que más destaca es “experimentos”, seguida por “laboratorios”, “práctica” y “explicar bien”. Todas estas palabras indicarían que las clases de Química se dictan de forma principalmente teórica, sin laboratorios o prácticas que ayuden a comprender los fenómenos, evidenciando la concepción epistemológica predominante de ciencia como producto en los docentes. Los trabajos de laboratorio son muy importantes en la enseñanza de la Química, no solo son una herramienta para adquirir conocimiento, sino también un instrumento que fomenta el logro de objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales (López, Rua & Tamayo, Alzate, 2012). Si bien es cierto que las prácticas de laboratorio pueden requerir insumos y espacios dentro de las instituciones, no dejan de ser una herramienta fundamental en la Enseñanza de la Química por la que vale la pena luchar.

También se advierte en la nube de palabras que las explicaciones de los temas de Química podrían mejorarse. En este punto, varios son los factores a considerar: por un lado, nos encontramos con que el Profesorado en Química es el profesorado con mayor salida laboral de la provincia de San Luis considerando las vacancias que se producen y el número de egresados de la carrera (“Química, El Profesorado Con Más Salida

Laboral En San Luis," 2019). Esto da origen a una situación paradójica: si bien hay vacancia de Profesores de Química en los colegios de nivel medio de la provincia de San Luis, la matrícula de ingresantes a dicho profesorado en la UNSL, la única institución que dicta la carrera, disminuye año a año. Esto implica que las vacantes en el sistema educativo no necesariamente son cubiertas por profesionales con formación pedagógica, sino por otros profesionales (ingenieros, farmacéuticos, biólogos, bioquímicos, etc.) que no siempre logran concretar una transposición didáctica correcta correspondiente a un estudiante de nivel medio. Estos factores podrían generar clases monótonas, difíciles de aprender y con escasa motivación. La falta de formación pedagógica también puede afectar el desarrollo de prácticas de laboratorio ya que los docentes que no poseen esta formación podrían no comprender la importancia de las mismas y/o preferir desempeñarse impartiendo contenidos teóricos enciclopedistas, memorísticos, en detrimento de los recursos prácticos fundamentales para una asignatura empírica como es la Química.

Resulta llamativo que la relación de la Química con la vida diaria, si bien se observa en la nube de palabras, tiene una baja incidencia. Quizás pueda deberse a que los alumnos no hayan tenido la posibilidad de vincular los conceptos de la Química con los fenómenos que suceden cotidianamente en la cocina, en la salud, en el medio ambiente. En consecuencia, los estudiantes podrían tener una idea de que la Química no tiene relación con lo cotidiano. Esto es un ejemplo de la importancia que tiene el conocimiento situado para los estudiantes, lo que a su vez va estrechamente vinculado a dar sentido al conocimiento para los estudiantes. Esta expectativa de los alumnos nos interpela a buscar caminos para dar respuesta promoviendo que las prácticas de enseñanza se orienten a cuestionar y conocer el mundo, lo que podría convertirse en un atajo a la apatía, la falta de interés, la falta de compromiso (Noriega y Neme, 2019).

Lion, Kap y Ferrarelli (2023) señalan que el quehacer docente exige "articular la enseñanza en la universidad con aprendizajes formales e informales". Sin embargo, esta articulación de saberes puede también concretarse en el nivel secundario. Es imperioso recuperar en el aula los conocimientos que traen los alumnos, promoviendo una mirada reflexiva de los sucesos cotidianos. A su vez, es posible dar lugar a los saberes informales que han irrumpido en el aula a partir de la pandemia y la pospandemia, provenientes de múltiples plataformas. Dar lugar a estos conocimientos provoca seguramente una alteración de la secuencia lineal progresiva tan enraizada en nuestras prácticas de enseñanza, desafiando a la hegemonía de la didáctica clásica (Maggio, 2022). Además, considerar el vínculo entre el conocimiento disciplinar y la experiencia cotidiana de los alumnos conduce necesariamente a dar sentido al aprendizaje, lo que lo transforma en una enseñanza verdaderamente innovadora.

En menor medida, pero de igual importancia, puede observarse que figuran palabras como: "paciencia", "alegre", "buena onda", "piola", "comunicativo", "comprensivo", "motivador", palabras que orientan acerca de la actitud que los estudiantes esperan de sus docentes. Estas cualidades se asocian con los buenos docentes, aquellos que aman su trabajo, que quieren estar ahí, aquellos que desde el lenguaje popular identificamos como "docentes de alma". No obstante, esas habilidades también están comenzando a enseñarse poco a poco en las carreras de profesorado de la UNSL. Las herramientas socioemocionales constituyen habilidades clave para afrontar los múltiples desafíos del docente de este siglo, un punto que queda en evidencia en este trabajo y que necesitan nuestros estudiantes para aprender de forma significativa.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo, basado en una metodología cualitativa que utiliza como instrumento de recolección de datos las nubes de palabras, es posible advertir la expectativa que tienen estudiantes de nivel medio de la Provincia de San Luis respecto de sus Profesores de Química.

Se destaca, en primer lugar, que los estudiantes esperan de sus docentes mayor trabajo en prácticas de laboratorio, pero también advierten posibles puntos a mejorar relacionados con la formación pedagógica docente. Además, debemos resaltar la importancia del desarrollo de habilidades socioemocionales en los mismos. Estas habilidades son esenciales para que los docentes enfrenten los diversos desafíos del siglo actual y, al mismo tiempo, para que nuestros estudiantes alcancen un aprendizaje significativo y profundo. También contribuye a este aprendizaje significativo el promover prácticas de enseñanza orientadas a cuestionar el

mundo, así como la recuperación de conocimientos previos de los estudiantes promoviendo el aprendizaje situado. Estos resultados no sólo abren la puerta a la reflexión sobre la propia práctica docente sino también a la posibilidad de proponer acciones que contribuyan positivamente a cumplir estas expectativas.

La mirada en este estudio está puesta en la expectativa de los estudiantes de nivel medio sobre sus profesores, no obstante, como línea de investigación a futuro sería de gran interés realizar una experiencia similar con estudiantes universitarios, a fin de relevar la expectativa de los estudiantes de dicho nivel sobre sus docentes de Química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atenstaedt, R. (2017). Word cloud analysis of the BJGP. *British Journal of General Practice*, *67*(May), 231–232. https://doi.org/10.3399/bjgp17X690833

Lion, C., Kap, M., & Ferrarelli, M. (2023). Universidades desafiadas: alfabetismos fluidos, hibridaciones y nuevas estrategias de enseñanza. Revista Educación Superior y Sociedad (ESS), 35(2), 130–155. https://doi.org/10.54674/ess.v35i2.768

López, Rua, A. M., & Tamayo, Alzate, Ó. E. (2012). Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Lationamericana de Estudios Educativos*, *8*(1), 145–166. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129256008

Maggio, M. (30 de Septiembre de 2022). Obtenido de: Rediseñando prácticas. Volver a pensar en la enseñanza a partir de la pandemia: https://youtu.be/g9XuP01RtyU?si=vG3Z0d5VgGUmk9eV

Noriega J. y Neme A. (2019). La pregunta epistemológica y la pregunta metodológica, Vol. 1: Diálogos posibles y un debate pendiente. Ed. NEU

Ordaz González, G. J., & Mostue, M. B. (2018). Los caminos hacia una enseñanza no tradicional de la química. *Actualidades Investigativas En Educación*, *18*(2), 1–10. https://doi.org/10.15517/ aie.v18i2.33164

Química, el profesorado con más salida laboral en San Luis. (2019, October 8). *Diario de La Repùblica*. https://www.eldiariodelarepublica.com/nota/2019-10-8-8-0-0-quimica-el-profesorado-con-mas-salida-laboral-en-san-luis

Ramos Monsivais, C. L., & Hernández, R. V. R. (2021). La influencia docente y el rendimiento académico en estudiantes de una Universidad Pública Mexicana. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, *8*, 1–10.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1JlbQYnB3NJPChpMp3KOoS_ysieJPxgvS/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.20

ESTUDIO DE CONCEPTOS QUÍMICOS MEDIANTE SUS APLICACIONES BIOLÓGICAS

Dulce Nepullén Velázquez

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (IML), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
dulcevelazquez@csnat.unt.edu.ar

María de Lourdes Gultemirian

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (IML), Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Instituto de Biodiversidad Neotropical CONICET - Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
lgultemirian@csnat.unt.edu.ar

Resumen

La materia Química General se encuentra en el primer año de la curricula de las carreras de Licenciatura en Ciencias Biológicas y Profesorado en Ciencias Biológicas y la misma se dicta durante el segundo cuatrimestre del año lectivo. Con la finalidad de que los alumnos puedan relacionar aspectos de su carrera con la química se elaboró una práctica de laboratorio en la cual se enlazaron conceptos de electroquímica con la fisiología de los peces eléctricos. Siendo la pila de Daniell la protagonista en el desarrollo del práctico, los estudiantes observaron los aspectos teóricos de su funcionamiento en clases previas. A su vez, cuentan con los conocimientos básicos necesarios de cómo operan los diferentes organismos vivos, para de esta forma poder realizar una analogía entre las celdas galvánicas y los electrocitos (células que generan electricidad). En esta práctica de laboratorio no solamente se buscó un mejor entendimiento de los principios químicos, sino un mayor entusiasmo hacia la materia ahondando en la naturaleza, para de esta forma comprender que los procesos redox, aunque no se vean a simple vista, son los responsables de las singularidades que se encuentran en la naturaleza como en este caso, lo son, los peces que generan corrientes eléctricas.

Palabras clave: *electroquímica; peces eléctricos; pila de Daniell; química general; laboratorio.*

1. INTRODUCCIÓN

Diferentes investigaciones han demostrado que la enseñanza de la química, especialmente en los primeros años de la universidad, suele presentar dificultades debido a la naturaleza abstracta de los conceptos y a la desconexión con la realidad de los estudiantes (Barraqué, Sampaolesi, Briand y Vetere, 2021). Para afrontar estas dificultades, se han desarrollado propuestas innovadoras que implementan metodologías de aprendizaje activo y propuestas de enseñanza en contexto, conocidas en el ámbito anglosajón como *learning-based context* (Getu, Mebrahitu y Yohannes, 2024). La enseñanza en contexto busca conectar los contenidos de aprendizaje con situaciones de la vida real, como la salud, el ambiente o el desarrollo tecnológico, para que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos a situaciones prácticas y comprender la relevancia de la química en su entorno (Lacolla, 2024). Este enfoque se encuentra en consonancia con los aportes que oportunamente efectuó Rinaudo (2014), quien propone una serie de condiciones que deben reunir los contextos poderosos para el aprendizaje, entre las que destaca el diseño de tareas académicas de calidad que sean significativas y relevantes para la formación profesional; de modo tal que los estudiantes puedan advertir la conexión entre la tarea, las demandas de su futura profesión y sus metas personales.

En este contexto, las prácticas de laboratorio se construyen como herramientas fundamentales para consolidar los conceptos teóricos y fomentar una comprensión más profunda de los fenómenos químicos.

En el ámbito de las ciencias biológicas, la electroquímica desempeña un papel crucial en la comprensión de procesos vitales como la respiración celular, la fotosíntesis y la transmisión de impulsos nerviosos. Sin embargo, estos conceptos pueden resultar abstractos para los estudiantes si se presentan únicamente de forma

ISBN 978-987-47159-9-9

teórica. Es por ello que la realización de prácticas de laboratorio, como la que desarrollamos en el presente trabajo, se convierte en una estrategia didáctica de gran valor.

Al vincular los conocimientos teóricos de la electroquímica con experiencias prácticas, los estudiantes pueden establecer conexiones significativas entre el mundo microscópico de los átomos y las moléculas, y los procesos biológicos a gran escala. Además, el trabajo en el laboratorio promueve el desarrollo de habilidades prácticas, como la manipulación de instrumentos, la toma de datos y el análisis de resultados, que son esenciales para la formación de futuros investigadores.

En este trabajo, presentamos la propuesta didáctica realizada con estudiantes de primer año de las carreras de Licenciatura y Profesorado en Ciencias Biológicas, basada en la realización de una práctica de laboratorio de electroquímica, tomando como base el funcionamiento de la pila de Daniell y los conocidos peces eléctricos, buscando generar una analogía entre el funcionamiento de una pila y las células que generan electricidad en los ya nombrados organismos acuáticos. A través de esta experiencia, se busca no solo fortalecer los conocimientos teóricos de los estudiantes, sino también despertar su interés por la química y mostrarles la relevancia de esta disciplina para el estudio de los seres vivos.

1.1 Objetivos

Analizar conceptos químicos que están implicados en procesos biológicos para mejorar el aprendizaje de alumnos en carreras de ciencias naturales.

2. MARCO TEÓRICO

Tanto los peces eléctricos como la pila de Daniell son sistemas biológicos y químicos, respectivamente, que comparten el principio fundamental de generar una diferencia de potencial a través de la separación de cargas. Aunque sus componentes y mecanismos específicos son diferentes, ambos sistemas pueden ser vistos como "baterías" que convierten energía química en energía eléctrica.

Actualmente, las especies de peces constituyen la mitad del árbol taxonómico de los vertebrados. Exhiben una asombrosa diversidad. Sus largos varían entre milímetros y metros, sus pesos entre gramos y toneladas. Habitan desde las alturas del Titicaca a las profundidades de las fosas oceánicas, en aguas dulces y saladas, debajo de los hielos polares y en las cálidas aguas tropicales. Los hay herbívoros y carnívoros (Caputi, 1999). En esta gran variedad de organismos acuáticos se encuentran los peces eléctricos, también conocidos como peces electrógenos, los cuales no solamente han sido un objeto de fascinación a lo largo de la historia sino, también, un catalizador para el avance científico y tecnológico, inspirando la invención de dispositivos como la batería eléctrica. Su capacidad de generar electricidad ha sido estudiada desde hace siglos, y su funcionamiento ha servido como modelo para comprender los principios básicos de la electroquímica. Estos organismos generan corriente eléctrica a través de órganos especializados compuestos por células llamadas electrocitos. Al igual que las baterías químicas, los electrocitos almacenan energía eléctrica y la liberan cuando es necesario. Esta capacidad les permite comunicarse, navegar y capturar presas en su entorno acuático (MNHM, 2020).

La primera batería eléctrica, inventada por Alessandro Volta, fue inspirada directamente en la naturaleza. Volta observó que los órganos eléctricos de los peces funcionaban de manera similar a una pila de discos metálicos intercalados con capas húmedas (Wu, 2007). De esta forma, Volta describió su invento como una "pila artificial" que imitaba el órgano eléctrico del pez torpedo. En la pila de Volta (FIGURA 1a), las placas metálicas de diferentes materiales generan una diferencia de potencial eléctrico, similar a lo que ocurre en los electrocitos. Cuando se conectan las placas mediante un conductor externo, se produce un flujo de electrones, es decir, una corriente eléctrica. En los peces eléctricos (FIGURA 1b), los electrocitos se organizan en columnas, formando un órgano eléctrico. Cada electrocito funciona como una pequeña batería, generando una pequeña diferencia de potencial. Al estar conectados en serie, miles de electrocitos pueden producir descargas eléctricas de alta intensidad.

ISBN 978-987-47159-9-9

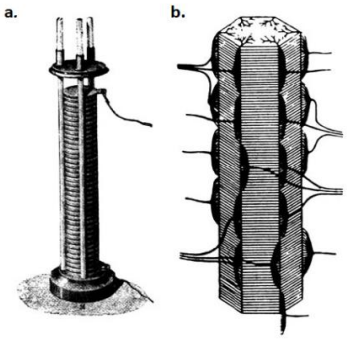


FIGURA 1. *a. Pila creada por Alessandro Volta, b. órgano eléctrico natural del pez torpedo (Wu, 2017).*

Asociando el funcionamiento de los electrocitos con la pila de Volta, podemos hacer una analogía con la pila de Daniell, la cual es una celda galvánica sencilla que consta de dos semiceldas: una de cobre y otra de zinc. Al conectar las dos semiceldas mediante un conductor externo, se establece un flujo de electrones desde el electrodo de zinc (ánodo) hacia el electrodo de cobre (cátodo). La pila de Daniell es un modelo útil para introducir los conceptos básicos de la electroquímica y para comprender cómo se genera una corriente eléctrica a partir de una reacción química (Chang, 2013). Por este motivo, como sucede en los peces eléctricos, cuanto mayor es su tamaño mayor es el número de células generadoras de electricidad que poseen y, por lo tanto, mayor será el potencial. Es así, que las anguilas eléctricas, una especie que se encuentra en Argentina, pueden alcanzar hasta 1,80 m de longitud y generar cargas de hasta 650 voltios, y otras especies de menor tamaño, como el llamado vulgarmente fraile o cura que habita en las costas de la provincia de Buenos Aires genera cargas de hasta 50 voltios (García, 2000). Es así, que la pila de Daniell sirve como analogía para explicar procesos biológicos que se dan en los peces electrógenos, cuanto mayor cantidad de electrocitos posean los peces, mayor será la carga que generan, situación que se replicará al unir varias pilas de Daniell consiguiendo una mayor diferencia de potencial.

3. METODOLOGÍA

Para la realización de esta práctica de laboratorio se efectuó una revisión de la literatura científica para armar una base sólida en los conceptos de electroquímica, reacciones redox, funcionamiento de la pila de Daniell y fisiología de los peces electrógenos. Posteriormente, se recurrió al armado de un circuito eléctrico sencillo, el cual consistió en el ensamblaje de un pequeño foco led de color con cables de cobre con pinzas cocodrilo en los extremos; para una mejor propuesta didáctica se utilizaron impresiones de imágenes de peces eléctricos que cubrieran el circuito.

También, se construyeron uniones de cables que contaban con pinzas cocodrilos en sus extremos y se prepararon soluciones de sulfato de cobre y sulfato de zinc, ambas a concentraciones 1 M. Y, por último, se cortaron placas de aproximadamente 5 x 3 cm de zinc y de cobre. Estos materiales, junto con otros elementos de laboratorio estándar, permitieron construir una celda electroquímica (FIGURA 2), que sirvió como modelo para comprender el funcionamiento de los órganos eléctricos de los peces.

ISBN 978-987-47159-9-9



FIGURA 2. *Elementos preparados para la realización de la práctica de laboratorio: uniones con pinzas cocodrilo en los extremos, puentes salinos, placas de zinc y cobre, vasos de precipitación y soluciones de sulfato de cobre y zinc 1 M.*

Para verificar el correcto funcionamiento del circuito, se realizó una prueba previa con todos los componentes conectados (FIGURA 3). Posteriormente, se ensamblaron tres celdas de Daniell en serie. Considerando que cada celda genera teóricamente 1,1 V (Chang, 2013) y que el LED requiere 2 V para encender, se estimó que tres celdas proporcionarían un voltaje suficiente de 3,3 V en cuanto a su valor teórico. De esta forma, se compensarían las pérdidas propias de cualquier circuito, asegurando una mayor intensidad lumínica del LED.

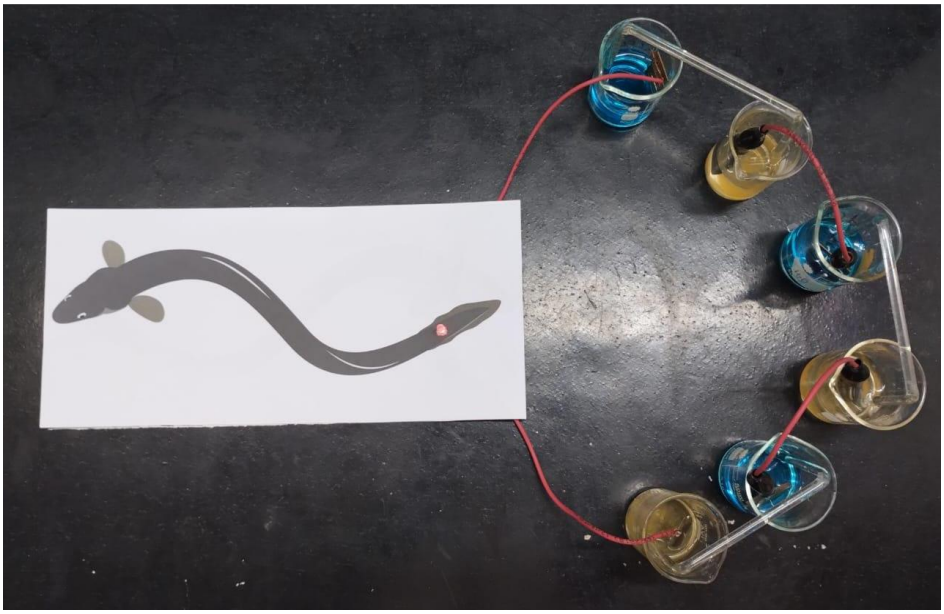


FIGURA 3. *Ensamblaje de las pilas de Daniell con el circuito eléctrico.*

A continuación, se elaboró el práctico de laboratorio para los alumnos, el mismo contó con una introducción teórica y la lista de materiales y soluciones a utilizar; a su vez se proponen en el mismo dos experiencias: a) el armado del dispositivo de pez utilizando una sola celda electrolítica, b) el armado del dispositivo de pez utilizando tres celdas electrolíticas, como se muestra en la FIGURA 4.

ISBN 978-987-47159-9-9

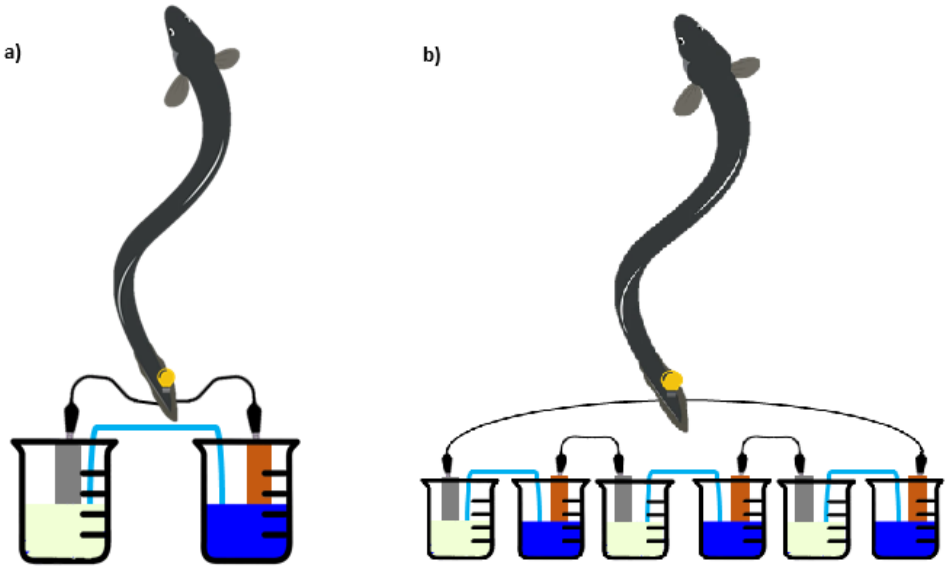


FIGURA 4. *a) Diagrama del dispositivo utilizando una sola celda electrolítica; b) Diagrama del dispositivo utilizando tres celdas electrolíticas.*

En base a estas indicaciones los alumnos observaron en la primera experiencia (a) que el foco del dispositivo no encendía, sin embargo, al conectar tres pilas de Daniell en simultáneo si encendía (FIGURA 5).

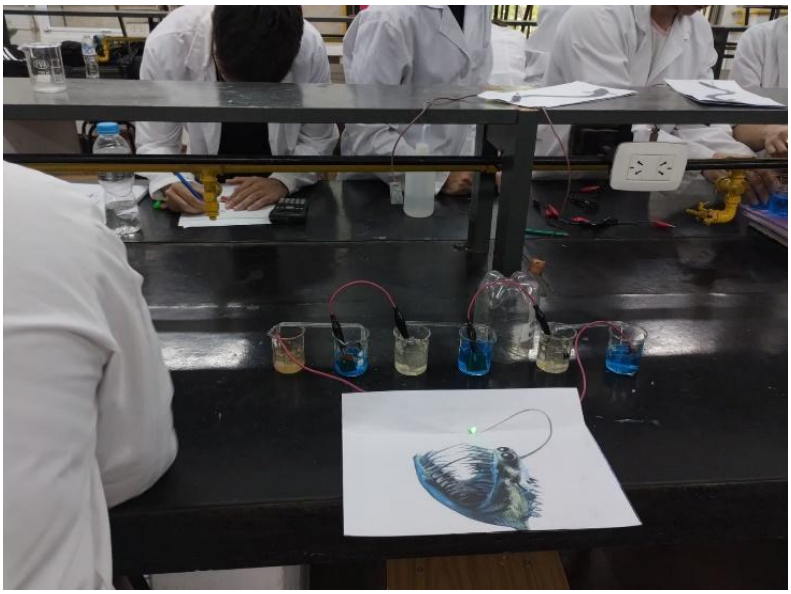


FIGURA 5. *Alumnos completando el informe de laboratorio luego de concluir la segunda experiencia.*

Luego de realizar ambas experiencias los alumnos debían completar el informe de laboratorio donde respondían unas series de consignas y preguntas, entre las cuales se encontraba:

i. Escriba las reacciones que ocurren en el ánodo y el cátodo de la pila de Daniell

ii. Explique cuál es la función del puente salino.

iii. ¿Qué observa al conectar la pila de Daniell mediante el dispositivo en forma de pez? ¿Y en la medición con el tester?

iv. ¿Qué sucede al conectar en simultáneo varias pilas de Daniell?

v. ¿Qué relación encuentra entre la parte química de la pila y el funcionamiento de la célula?

Una vez concluida esta parte, se compartía colectivamente la interpretación de lo que se había observado dando un cierre a la experiencia realizada.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta práctica evidenciaron un mayor nivel de comprensión por parte de los estudiantes respecto a los conceptos de electroquímica en comparación con años anteriores. El entusiasmo demostrado por los estudiantes al realizar una práctica que conectaba conocimientos previos de otras materias fue notable.

Además, se pudo apreciar que este enfoque promovió la participación activa de los estudiantes a través de debates, análisis de casos y trabajo colaborativo, lo que facilitó un aprendizaje más significativo y motivador. Un ejemplo de cómo se puede llevar a la práctica la enseñanza en contexto y las metodologías activas es el diseño de una práctica de laboratorio donde se vinculan conceptos de electroquímica con la fisiología de los peces eléctricos, utilizando la pila de Daniell como modelo experimental. De esta manera, los estudiantes pudieron construir un puente entre los conceptos abstractos y su aplicación en la naturaleza, promoviendo un aprendizaje más significativo y estimulando su interés por la química.

Actualmente se están procesando datos para ver si el número de alumnos que aprueba este tema es mayor a los años anteriores donde no había una aplicación concreta de los conceptos químicos con los conceptos biológicos.

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones que obtuvimos de la realización de la siguiente práctica de laboratorio fueron las siguientes:

- La posibilidad de crear nuevos laboratorios fusionando conceptos teóricos de química inorgánica con aspectos de la biología de forma tal que se genera un mayor interés desde los alumnos.
- La presencia del entusiasmo dentro de las prácticas de laboratorio permite tanto a docentes como alumnos una mejor fluidez de la actividad.
- El despertar curiosidad en ambas partes, ya que no solo los alumnos se encuentran más interesados por los que se está enseñando, sino que el docente se hace participe en ese aprendizaje al abrirse paso a que los alumnos le expliquen conceptos que son más propios de las carreras que ellos están cursando.
- La experiencia positiva que se obtuvo abre paso a la creación de una suma de nuevos laboratorios abocados a otros temas, en los que se sigan sumando conceptos biológicos a las prácticas de laboratorio clásicas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Mag. María Luisa Bossolasco por su enriquecedor aporte desde la pedagogía. Sus contribuciones a este trabajo han permitido poner en palabras aquello que observamos en las aulas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barraqué, F., Sampaolesi, S., Briand, L. y Vetere, V. (2021). La enseñanza de la química durante el primer año de la universidad: el estudiante como protagonista de un aprendizaje significativo. *Educación Química, 32*(1), 58-73. DOI: http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.1.75760

Caputi, A. A. (1999). Aprendiendo neurobiología con los peces eléctricos. *Actas de Fisiología, 5,* 109-157.

García, M. L. (2000). *Los peces eléctricos: extraños poseedores de "baterías orgánicas". Museo, 3(14), 41-48.* http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/49423/Documento_completo.pdf?sequence=1

Getu, G., Mebrahitu, G., & Yohannes, G. (2024). Effects of Context-Based Teaching Chemistry on Students' Achievement: A Systematic Review. *Jurnal Pijar Mipa, 19(*2), 190–197. DOI: https://doi.org/10.29303/jpm.v19i2.6458

Lacolla, L. (2024). Enseñanza de las Ciencias en contexto. Reflexiones y ejemplos de Enseñanza de Química con enfoque Química-Tecnología-Sociedad (QTS). *Educación Química, 35*(1). DOI: https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.1.85824

Museo Nacional de Historia Natural Chile (MNHN). 2020. Peces excepcionales II: Los peces eléctricos. Disponible en línea en: https://www.mnhn.gob.cl/noticias/peces-excepcionales-ii-los-peces-electricos

Química/Raymond Chang, Kenneth A. Goldsby; revisión técnica, Rodolfo Álvarez Manzo, Silvia Ponce López - 11ª ed. - México D.F.: McGraw-Hill Education, 2013 - 1 v. (pag. var.): il.; 27

Rinaudo, M. C. (2014). Estudios sobre los contextos de aprendizaje: arenas y fronteras. (pp. 163-206). En: Paoloni, P.; Rinaudo, M.; González, C. Cuestiones en Psicología Educacional. Perspectivas teóricas y metodológicas orientadas a la mejora de la práctica educativa. Cuadernos de Educación. La Laguna: Sociedad Latina de Comunicación Social. https://www.cuadernosartesanos.org/educacion.html

Wiyarsi, A., Pratomo, H. & Priyambodo, E. (2020). Vocational high school students' chemical literacy on context-based learning: a case of petroleum topic. *Journal of Turkish Science Education, 17*(1), 147-161. DOI: https://doi.org/10.36681/

Wu, C. H. (2007). El pez eléctrico y el descubrimiento de la electricidad animal. *Elementos: Ciencia y cultura, 14,* 49-62. https://www.redalyc.org/pdf/294/29406508.pdf

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1AyelaLIQ8SfcqrKWmeW-DdoXVHzEWGhA/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.21

SI MODIFICAMOS EL MODELO DEBEMOS MODIFICAR LA EVALUACIÓN

Sabrina Balda

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de la Pampa (FCEyN-UNLPam), Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
sabribalda@gmail.com

Cinthia Tamara Lucero

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de la Pampa (FCEyN-UNLPam), Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
ctlucero@exactas.unlpam.edu.ar

Alejandro Ferrero

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de la Pampa (FCEyN-UNLPam), Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
aferrero1973@gmail.com

Marcela González

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de la Pampa (FCEyN-UNLPam), Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
gonzalezmarcelaraquel@gmail.com

Sandro González

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de la Pampa (FCEyN-UNLPam), Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
sandrogonzalez1962@hotmail.com

Resumen

En el ámbito universitario, se ha observado una resistencia considerable a abandonar el modelo didáctico tradicional, caracterizado por clases teóricas y evaluaciones sumativas con preguntas cerradas. En este trabajo, el modelo tradicional, fue reemplazado por un enfoque de evaluación continua y formativa. Se introdujeron tres instancias evaluativas: trabajos teórico-prácticos, parciales y un trabajo final de promoción, promoviendo un aprendizaje activo y colaborativo. Además, se integraron herramientas del aula virtual y actividades grupales, favoreciendo la resolución de problemas y la aplicación práctica de los conocimientos. El cambio en la evaluación transformó también la enseñanza, priorizando la participación activa de los estudiantes en su aprendizaje. Esto permitió que los alumnos trabajaran de manera más autónoma, mejorando su comprensión y aplicando los conceptos a situaciones reales. Los resultados mostraron un aumento en la tasa de aprobados, lo que demuestra la efectividad de este enfoque. Los estudiantes valoraron positivamente el enfoque reformado, aunque algunas críticas apuntaron a la cantidad de trabajos y la estructura de los grupos de trabajo. En conclusión, las modificaciones en la evaluación y enseñanza contribuyeron a un aprendizaje más significativo y mejoraron el rendimiento académico de los estudiantes.

Palabras clave: *modelo didáctico; evaluación formativa; aprendizaje activo; recursos virtuales; promoción.*

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace un tiempo se está trabajando en el cambio de modelo didáctico, avizorando que el nivel universitario es el que más se resiste a salir de lo tradicional. Este ámbito, donde continúan las clases teóricas,

ISBN 978-987-47159-9-9

prácticas de aula, prácticas de laboratorio, las cuales compartimentan la enseñanza-aprendizaje. Esto ocurre en coincidencia con lo dicho por Porro (2022) quien dice: “expreso la necesidad de abandonar la enseñanza tradicional que se basa en el mero aprendizaje de conceptos aportados por el docente y los libros de texto, en un estudiantado pasivo y en evaluaciones con preguntas de respuestas cerradas”. Esta expresión resume el accionar del trabajo realizado por la cátedra conformada por los integrantes del presente artículo durante años, en donde se está tratando de cambiar el modelo didáctico.

Conociendo que el modelo tradicional no colabora con los cambios que se intentaban proponer, como así tampoco la cuestión reglamentaria de la Facultad, ya que, al establecer las fechas de parciales, recuperatorios y exámenes integradores desde el inicio, el momento de evaluación predeterminado no siempre es coincidente con el momento en el que los estudiantes adquieren los aprendizajes. En ese caso, evaluarlos puede resultar contraproducente, ya que de por sí, el momento de examen es traumático, lo es aún más si los conocimientos no están adquiridos. Sin duda estas situaciones producen consecuencias en los estudiantes que generalmente llevan al abandono de las carreras universitarias.

Coincidimos con Cañadas, L. (2020) en que la evaluación es un aspecto clave y polémico en la formación universitaria, ya que, a pesar de las propuestas para lograr un aprendizaje más profundo y duradero, sigue existiendo resistencia al cambio y predominan métodos tradicionales que la ven solo como un medio para calificar al final de un curso. En nuestro caso, a pesar de los cambios, demostrables, por los que transitamos como cátedra, tratando de alejarnos del modelo tradicional, nuestras evaluaciones seguían siendo tradicionales, con preguntas cerradas, recordando conceptos y muy pocas preguntas abiertas o de resolución de problemáticas y mucho menos en contexto. Este sistema tradicional involucra evaluaciones sumativas siendo necesario adoptar otro enfoque que incorpore evaluaciones formativas de manera continua durante el aprendizaje. En estudios realizados por Panadero y col. (2019) encontraron que, aunque los profesores usan más instrumentos de evaluación que antes, el examen final sigue siendo el más importante, y los enfoques convencionales predominan, con pocas prácticas de autoevaluación o evaluación por pares, y pocas variaciones en la evaluación entre los cursos año a año. En base a ello hemos decidido implementar cambios significativos en la estructura de la cursada. Ahora, es por promoción, donde a las evaluaciones sumativas se les incorporaron evaluaciones formativas de manera continua, tratando de hacer de la evaluación un proceso permanente que dé cuenta de los progresos de los estudiantes, como así también que comprendan que evaluar es una parte más del proceso de aprendizaje.

Contar con un diagnóstico es una parte importante del proceso de enseñanza, y es por eso que desde el inicio se realizaron encuestas sobre algunos conceptos. En función de los resultados obtenidos, en trabajos previos, fue posible arribar a la conclusión que los estudiantes ingresantes recuerdan y/o reconocen conceptos teóricos aprendidos durante sus años de secundaria, pero no son capaces de aplicarlos en su vida cotidiana. Esto permitiría inferir que los conocimientos no fueron entendidos e incorporados desde ese aspecto, sino que fueron meramente memorizados con la finalidad de aprobar alguna instancia en particular (Ferrero y col. 2024). En esas encuestas también se consultó sobre cómo consideran los estudiantes que serán evaluados, y qué importancia atribuyen a la evaluación en el proceso de enseñanza. En preguntas abiertas, las respuestas más repetidas fueron que les gustaría ser evaluados por exámenes escritos, lo que evidencia un fuerte arraigo de las clásicas evaluaciones contenidistas y que tiene una calificación numérica. Por otro lado, el 77,8 % coincide con que la evaluación es una instancia significativa de aprendizaje, no es solo una instancia para aprobar, sino para que ellos mismos midan cuánto aprendieron (Balda y col. 2024).

Hace tiempo alcanzaba con transmitir conocimientos, reforzar con un listado de bibliografía y utilizar año tras año los mismos instrumentos de evaluación. Ahora se hace necesario introducir variantes, contextualizar la enseñanza para darle significado a lo que estamos enseñando, interesar al alumno y medir sus progresos de forma continua. En total acuerdo con Arasay Padrón Álvarez (2024), cuando habla de aprendizaje activo, involucrando a los alumnos, como así también de la adaptación didáctica del proceso, cuando dice cuán necesario es autoevaluar nuestro modelo: por un lado, si no logro la participación de los alumnos, al menos en un 60 %, es hora de revisar mis clases, por otro, si un 90 % de mis estudiantes desaprueban, algo estaré haciendo mal.

Quienes aprendieron y ahora enseñan ciencias naturales saben que no se aprende oyendo clases u hojeando apuntes, sino trabajando desde el primer momento en los fenómenos. Esto se pone en evidencia

ISBN 978-987-47159-9-9

cuando los estudiantes se enfrentan a nuevas situaciones y son capaces de "usar" lo aprendido, en la búsqueda de otras soluciones. (González y col. 2018). Desde hace unos años este grupo de investigación apunta a provocar cambios en el modelo didáctico, donde además de enseñar contenidos se intenta establecer situaciones de enseñanza que vinculen la química con el entorno y más aún con el mundo que imaginan los estudiantes a la hora de elegir sus carreras. Concretamente, poder plantear situaciones en la que los estudiantes interactúen con los conceptos y puedan aplicarlos (Muñoz y col. 2018).

En base a las estadísticas de los resultados obtenidos en la cátedra, donde la tasa de aprobados ha variado entre el 37 % y el 45 %, con años destacables en 2020 y 2021 y un 58 % de aprobados en 2020, se observó que el modelo utilizado durante la pandemia incluía herramientas útiles que deberían aplicarse en la presencialidad. Este análisis reveló que muchos recursos disponibles en el aula virtual eran subutilizados por los estudiantes. Esto abrió la posibilidad de realizar cambios en el modelo de enseñanza y en la evaluación. Con la implementación del nuevo régimen de cursada basado en promoción, se introdujeron modificaciones en los instrumentos de evaluación, enfocándose en dos áreas principales: la utilización de recursos del aula virtual y el fortalecimiento de orientaciones didácticas que mejoran el modelo de enseñanza de las ciencias, tales como hablar, leer y escribir en ciencias, así como utilizar modelos y resolver problemas.

Respecto de los recursos presentes en el aula virtual anteriormente se comprobó que eran subutilizados y que aquellos estudiantes que los utilizaban tenían buenos resultados, como así también se vislumbró que, de los desaprobados, solo el 25 % utilizaba esos recursos. Se hace referencia a recursos como: simuladores, lecturas complementarias, uso del foro, autoevaluaciones, preguntas claves, redacción de informes de laboratorio, etc. En años anteriores, estos recursos estaban presentes en el Moodle a disposición de los alumnos, pero no eran parte de la evaluación. Ahora, este nuevo régimen, se evalúa cada recurso. En cuanto a las orientaciones didácticas se vio que sucedía lo mismo, se intentaba introducir lecturas complementarias, redacción de informes, presentación de trabajos manuscritos pero la evaluación seguía siendo mediante parciales y sus recuperatorios donde no se evaluaba el uso de las herramientas y tampoco se exigía una actividad que evidenciara el uso de las herramientas disponibles en el aula virtual. La docencia universitaria debe alinearse con la evaluación para formar profesionales competentes, donde la retroalimentación online potencia el aprendizaje, aunque enfrenta desafíos como la conectividad, y su impacto requiere condiciones institucionales y un cambio en la percepción del aprendizaje (Sánchez y col. 2023).

En base a eso es que se dispuso de tres instancias de evaluación para poder promocionar la materia:

1) Presentación de trabajos teórico práctico de todas las temáticas
2) Exámenes parciales y recuperatorios
3) Trabajo final de promoción

Estos cambios en la estructura de evaluación tienen como objetivo proporcionar una experiencia educativa más enriquecedora y equitativa, promoviendo un aprendizaje activo, el desarrollo de habilidades críticas y la participación colaborativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Cada trabajo plantea actividades formativas donde se propicia el uso de los recursos y las orientaciones didácticas y se califica cada instancia, donde los estudiantes se vieron incentivados desde el primer día a construir sus propios apuntes, contrastarlos con la bibliografía disponible, mejorarlos con lecturas complementarias y comunicarlo mediante producciones manuscritas que circulan en el grupo de clase. En temáticas específicas se propuso la resolución de ejercicios de manera colaborativa, trabajando en grupos y concluyendo con la puesta en común logrando que toda la clase interactúe y se lleve los ejercicios resueltos de forma colaborativa y discutiendo cada proceso.

Respecto de los laboratorios, entendiendo y defendiendo la importancia de los mismos para la enseñanza de la química, desde hace años se implementaron laboratorios en todas las temáticas. Sin embargo, todos ellos son estructurados, siguiendo una receta, buscando un resultado y que los estudiantes recuerden un determinado tipo de reacción, o el desprendimiento de un gas o un cambio de color que indique acidez o basicidad. De esta forma se convertían en maratónicas prácticas que no contribuyen a entusiasmar a los alumnos. Por ello, ahora, se busca implementar actividades prácticas que puedan utilizarse para resolver una situación, transformando el mismo laboratorio en un proceso más de carácter investigativo, dándole sentido a la práctica como un recurso más a la hora de resolver problemas.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. METODOLOGÍA

En el presente trabajo se analizó el accionar de 144 estudiantes inscriptos a la materia Química I/Química/Química General para las carreras de Licenciatura y Profesorado en Ciencias Biológicas, Licenciatura en Geología, Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente y Profesorado en Física. Del total asistieron 107 estudiantes al primer parcial y 79 estudiantes al segundo parcial. Se realizaron actividades de ambientación a las que participaron 65 estudiantes ingresantes que luego cursaron la asignatura. Desde la ambientación, se instrumentaron actividades que propicien la lectura y el trabajo colaborativo instrumentando encuestas que permitieron recolectar datos, y que, junto con los resultados de las instancias de evaluación de la cursada, sirvieron para comparar el rendimiento con años anteriores pudiendo establecer conclusiones respecto de los cambios introducidos. Se realizaron encuestas a los estudiantes al finalizar la cursada, la cual no era obligatoria.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En función de los resultados obtenidos en encuestas previas, al comenzar la cursada, se pudo observar que los estudiantes, traen arraigado el método de enseñanza y de evaluación tradicional. Al ser consultados sobre evaluación y algunos conceptos puntuales, fue posible detectar que el 80 % cree que en la Universidad serán evaluados a través de exámenes parciales, recuperatorios y examen final en momentos preestablecidos del cuatrimestre. Por otro lado, el 40% considera que se aprende escuchando en clase y haciendo los trabajos prácticos (Balda y col. 2024). Esto evidencia un fuerte arraigo, durante el cursado de la educación obligatoria, de las tradicionales clases expositivas y de evaluaciones contenidistas, que tienen una calificación numérica. En esa misma encuesta, al analizar las preguntas conceptuales y de aplicación de un contenido para resolver una situación problema cotidiana, se observó que en este último caso no pudieron responder de forma satisfactoria, como sí lo hicieron con las preguntas teóricas que consistían en describir conceptos que habían memorizado en la secundaria (Ferrero y col. 2024). Esto permitió dilucidas que cuando el concepto está en la respuesta, responden mejor que cuando tienen que aplicar un concepto.

Al finalizar el cuatrimestre se realizó una nueva encuesta, en donde se consultó sobre aspectos de la cursada. En ella un 85 % de los alumnos eran ingresantes y un 15 % recursantes de la materia. Por otro lado, al consultar respecto a su ciudad de origen, un 49 % eran de la ciudad de Santa Rosa, el 33 % del interior de la provincia de La Pampa y un 18 % de otras provincias.

En relación a las preguntas sobre el nuevo modelo de cursada que se desarrolló durante el 2024, un 84 % de los encuestados consideró que el régimen de promoción favoreció su rendimiento (FIGURA 1A). Además, un 75 % consideró que los trabajos propuestos para la promoción ayudaron a comprender las temáticas (FIGURA 1B) y, además, un 68 % consideró que los trabajos realizados en grupos ayudaron a comprender los conceptos (FIGURA 1C). El 93 % de los encuestados dijo que considera que aprendió química (FIGURA 1D).

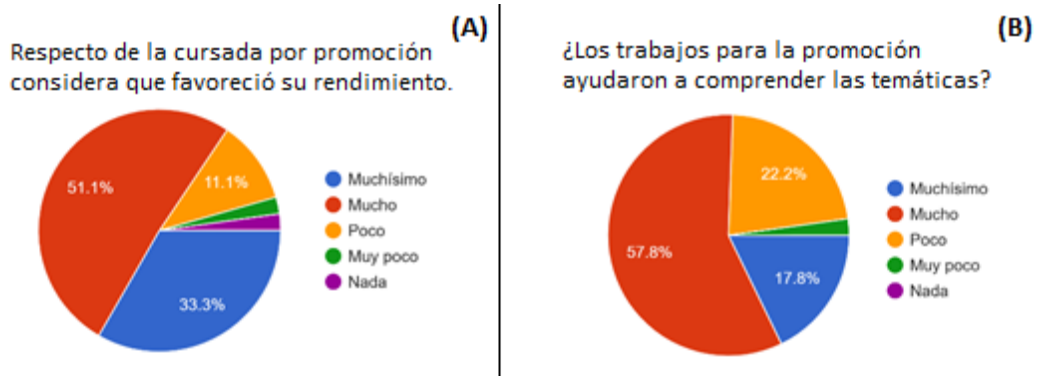


FIGURA 1A y 1B. *Resultado de encuestas a 45 estudiantes al finalizar la cursada de Química durante en 2024. Cada FIGURA cuenta con la pregunta arriba y opciones correspondientes al costado.*

ISBN 978-987-47159-9-9

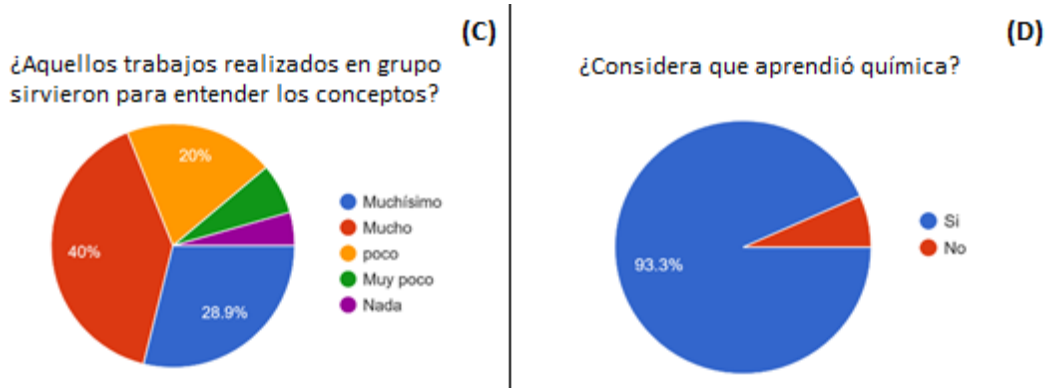


FIGURA 1C y 1D. *Resultado de encuestas a 45 estudiantes al finalizar la cursada de Química durante en 2024. Cada FIGURA cuenta con la pregunta arriba y opciones correspondientes al costado.*

Por otro lado, se realizaron 4 preguntas sobre conceptos vistos en la cursada, todas ellas respondidas correctamente en un alto porcentaje. En la encuesta también se realizó una pregunta con respuesta abierta solicitando la opinión sobre la cursada. El 90 % coincide en que se trató de una muy buena cursada y rescató el régimen por promoción revalorizando al equipo de cátedra en su acompañamiento y seguimiento en las actividades propuesta. Unas pocas respuestas aportaban críticas, relacionadas con el hecho que consideraban que las prácticas de laboratorio eran pocas; que los trabajos para la promoción eran muchos; o bien que pedían una mayor explicación en las clases prácticas. Otra respuesta que se observó en este sentido fue que consideraban inapropiado que fueran los docentes quienes armaran los grupos de trabajo, ya que no siempre había homogeneidad de intereses ni de conocimientos para hacer las actividades.

En cuanto a los resultados finales de la cursada 2024, tal como se puede observar en la TABLA I, al realizar un comparativo de los últimos años, desde 2019 a 2024, y habiendo cambiado el régimen de cursada, se puede observar cómo el porcentaje de aprobados aumentó.

TABLA I. *Estadísticas de la cátedra Química I/Química/Química General en el período 2019 – 2024.*

Año	***Inscriptos***	***Aprobados***
2019	148	50 (33,8 %)
2020	147	88 (59,9 %)
2021	135	64 (47,4 %)
2022	180	42 (23,3 %)
2023	182	48 (26,4 %)
2024	144	52 (36,1 %)

Como ya se describió, no fue solo el cambio de régimen a promoción, sino que además se generaron profundos cambios en los parámetros de evaluación, destacando que se estableció la presentación de trabajos en todas las temáticas. Esto posibilitó plantear evaluaciones formativas para cada temática apuntando en dos tipos de actividades, unas utilizando todos los recursos disponibles en el aula virtual y otras propiciando el uso de las orientaciones didácticas. Un análisis global muestra una mejoría muy importante en porcentaje de alumnos aprobados volviendo a cifras promedio para la cátedra, pero aún más significativo se transforman los números cuando se analizan particularmente aquellos estudiantes presentes a los parciales. De 107 estudiantes presentes al primer parcial, aprobaron 53 (49,53 %) y luego, se presentaron 79 estudiantes al segundo parcial de los cuales aprobaron 38 (48,10 %). Tener un 50 % de aprobados en los parciales es un hecho que pocas veces había ocurrido en la cátedra y estamos convencidos que estos números se deben al régimen por promoción incluyendo actividades de evaluación formativas en todas las temáticas lo que conlleva a que los alumnos

adquieran los conocimientos y puedan comunicarlos. Algo no menor y que colabora con la permanencia de los estudiantes en las carreras, es haber llegado al final del cuatrimestre con un 75% de los alumnos asistentes en condiciones de promocionar.

Sin duda que los números de 2020 y 2021 (clases virtuales por pandemia) distan mucho de los obtenidos en 2024, por lo que se cree que incorporar más instrumentos de evaluación tratando de evaluarlos día a día, aumentando las actividades de lectura y escritura, aportando herramientas que progresivamente ayuden a adquirir los conceptos van a mejorar sustancialmente los aprendizajes de nuestros alumnos.

4. CONCLUSIONES

Habiendo mejorado significativamente el número de aprobados de los últimos años y llegando cerca de la media anual de aprobados, es posible concluir que los cambios realizados han dado resultados positivos. Si bien, estos cambios conllevan un mayor esfuerzo y seguimiento de parte del equipo docente es posible, más allá de la cuestión reglamentaria, salirse del modelo tradicional de evaluación ya que potencian los aprendizajes, aunque se debe seguir trabajando en aquellos aspectos reclamados por algunos estudiantes, así como también estandarizar los momentos de evaluación y hacer partícipes al estudiantado en la evaluación de sus progresos. En ese aspecto lo que se piensa realizar a futuro, es la construcción de rubricas para cada actividad evaluable a modo de que cada estudiante pueda ir mensurando sus progresos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balda, S., Lucero C., Ferrero, A., González, M., González, S. (mayo, 2024) La concepción que tienen los ingresantes de la evaluación refleja el modelo didáctico. *Libro de resúmenes del V congreso de Didáctica de la Química*. Galicia, España. https://www.colquiga.org/files/ugd/398543_b8adbfa4eda14930b91f83c9344cc90a.pdf

Cañadas, L. (2020). Evaluación formativa en el contexto universitario: oportunidades y propuestas de actuación. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria. 14*(2), e1214.

Ferrero, A., Balda, S., Lucero, C., González, M., González, S. (mayo, 2024) Los ingresantes y algunos conceptos previos. *Libro de resúmenes del V congreso de Didáctica de la Química*. Galicia - España. Página 50. https://www.colquiga.org/files/ugd/398543_b8adbfa4eda14930b91f83c 9344cc90a.pdf

González, S., Muñoz, M.A., Ferrero, A., Balda, S., González, M. (octubre, 2018) Desde la educación primaria se evidencia lo arraigado del modelo tradicional. *XXVI Reunión PIEQ de Educación Química*. Universidad Nacional de San Luis.

Muñoz, M.A., González, S., Ferrero, A., Balda, S., González, M., (octubre, 2018) Un cambio de modelo es inevitable *XXVI Reunión PIEQ de Educación Química.* Universidad Nacional de San Luis.

Padrón Álvarez, A (junio, 2024) Innovaciones en didáctica de lenguas: metodologías activas y herramientas para la colaboración y comunicación [PONENCIA]. *Libro de resúmenes del I Congreso Internacional de Didácticas,* Arequipa – Perú.

Panadero, E., Fraile, J., Fernández Ruiz, J., Castilla-Estévez, D. and Ruiz, M.A. (2019). Spanish university assessment practices: examination tradition with diversity by faculty. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 44*(3), pp.379-397.

Porro, S. (2022). Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la Química… y más. *Nuevas Perspectivas. Revista De educación En Ciencias Naturales Y tecnología, 1*(1). Recuperado a partir de https://revistanuevasperspectivas.aduba.org.ar/ojs/index.php/nuevasperspectivas/article/view/12

Sánchez, G.I., Jara, X.E., Verdugo, F.A. (2023). Retroalimentación en docencia universitaria online: formas, funciones y condicionantes. *Formación universitaria, 16*(3), 21-30.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1YJLMYMT39b8R6fJXoQfy05JQvtq7ATQf/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.22

COMPLEMENTARIEDAD ENTRE ACTIVIDADES DE LABORATORIO PRESENCIALES Y EXPERIENCIAS SIMULADAS EN ENTORNOS NO PRESENCIALES PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Rebeca Purpora

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
rebeca.purpora@ingenieria.uncuyo.ar

Susana Valdez

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
valdezsusa@gmail.com

Cecilia Medaura

Facultad de Ingeniería y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
cecilia.medaura@ingenieria.uncuyo.edu.ar

Iris Dias

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
irisvdias@gmail.com

Graciela Valente

Facultad de Ingeniería y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
graciela.valente@ingenieria.uncuyo.edu.ar

Resumen

Este trabajo propone mostrar el abordaje de las experiencias de laboratorio, apelando al desarrollo de las prácticas a través de dos modalidades: presencial y remota. La iniciativa fue realizada con estudiantes del espacio curricular Química General (FCEN y FI) de las cohortes 2022 y 2023 quienes iniciaron con actividades de laboratorio en modalidad no presencial a través de simulaciones y finalizaron completando las mismas experiencias de manera presencial en el laboratorio. La evaluación fue mediada a través de rúbricas previamente establecidas. Además, los estudiantes respondieron a una encuesta tipo LIKERT consistente en 10 preguntas involucrando aspectos desde lo formal, lo actitudinal y el grado de satisfacción obtenido. Con los resultados obtenidos, sumado a un porcentaje de aprobación mayor obtenido por estas cohortes con respecto a años anteriores, se procedió a analizar si las prácticas remotas son capaces de reemplazar a las presenciales, si su aporte es despreciable o si ambas modalidades se complementan, mostrando sinergia entre sí, tributando al desarrollo de las competencias propuestas en el perfil de egreso de las diferentes especialidades y que hacen a la formación integral de los futuros egresados.

Palabras clave: *estrategias; laboratorio; complementariedad; competencias; Química.*

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos de enseñanza y aprendizaje pueden realizarse de numerosas maneras, y existen diferentes teorías y corrientes pedagógicas. Entre ellas, la pedagogía conductista, donde el aprendizaje se logra cuando se demuestra una respuesta apropiada frente a un estímulo y la constructivista, en donde el estudiante deja de

ISBN 978-987-47159-9-9

comportarse como mero receptor, adquiriendo un protagonismo activo convirtiéndose en el responsable de su propio aprendizaje.

Estas teorías, sumadas a otras corrientes, propician el diseño de propuestas metodológicas que promuevan en el estudiante un aprendizaje significativo, permitiéndole adquirir una formación integral a partir de un desarrollo del pensamiento complejo que involucre la capacidad de interconectar distintas dimensiones de lo real y diferenciarlas de lo imaginario, hasta llegar a un enfoque basado en competencias que propone integrar saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales para enfrentar y resolver situaciones problemas inmersas en un contexto determinado.

Las instituciones son las responsables de diseñar, mediar, modificar, implementar, optimizar aquellas acciones que hacen a los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, el diseño de los planes de estudio, los contenidos curriculares, lo objetivos, los modelos pedagógicos y la distribución horaria, deben ser pensados relacionando las metodologías de enseñanza y el proceso de aprendizaje de los estudiantes, construyendo un diálogo multidisciplinar para arribar a una educación de mayor calidad.

Estos procesos suponen un replanteo en términos educativos tanto de los contenidos, como también, de los procedimientos y estrategias utilizadas, de los alcances y de las incumbencias y del perfil del profesional que se pretende. Los procesos de enseñanza y aprendizaje se conforman en torno al propio estudiante, tomando en cuenta sus capacidades, sus competencias y el mecanismo empleado para desarrollarlas y/o alcanzarlas. No se trata de dejar de lado los conocimientos, ni concebir a los mismos como un conjunto de saberes disciplinares estancos y que en ocasiones resultan difíciles de comprender por los estudiantes, sino lograr que los mismos tengan su aplicación en la práctica.

El estudio de disciplinas técnicas y científicas en general y de la Química en particular, demuestra que la práctica adquiere gran relevancia en términos de alcanzar las competencias necesarias para el desempeño óptimo de la especialidad, de ahí la importancia de desarrollar experiencias de laboratorio durante el proceso de formación del estudiante y justamente el abordaje de esta problemática es uno de los objetivos del presente trabajo.

El sistema educativo, debido al inesperado contexto impelido por la pandemia COVID 19, debió enfrentar el desafío de lograr la adquisición de competencias prácticas a partir de una metodología alternativa aplicando laboratorios virtuales que propiciaron una excelente herramienta para capacitar a los estudiantes en principios técnicos, simulando técnicas y operaciones reales y mejorando efectivamente el proceso de enseñanza con una interfaz intuitiva y atractiva. Por otra parte, las experiencias de laboratorio reales en espacios físicos apropiados constituyen la herramienta más adecuada para adquirir las destrezas y habilidades que permitirán tributar a aquellas competencias de egreso genéricas inherentes al trabajo experimental. En este punto surge una pregunta: ¿el regreso a la presencialidad desestima aquellas prácticas realizadas a través de herramientas digitales o pueden convertirse en un recurso válido preliminar de apoyo al estudiante para el desarrollo de su experiencia en el laboratorio y obtener así más autonomía y mejores resultados?

El presente trabajo propone analizar si las prácticas remotas son capaces de reemplazar a las presenciales, si su aporte es despreciable o si ambas modalidades se complementan, mostrando sinergia, generando y desarrollando competencias profesionales que permitan la formación integral de los futuros egresados. Los resultados y conclusiones obtenidos por los estudiantes, sumado a una encuesta de opinión, conformarán los insumos necesarios para realizar el análisis pertinente, que permita inferir si haciendo uso de ambas modalidades, el estudiante será capaz de adquirir las destrezas y habilidades que permitan tributar al desarrollo de las competencias propuestas en el perfil de egreso de las diferentes especialidades.

2. MARCO TEÓRICO

Las necesidades formativas generadas por la sociedad actual y globalizada, exigen considerar los impactos sociales, políticos y culturales que implican cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, por ende, en las estrategias requeridas para tal fin. Se busca promover en el estudiante la adquisición de habilidades y destrezas que permitan incorporar los conceptos, aprenderlos, aplicarlos y transferirlos, en otras palabras, que adquieran las competencias necesarias para el desempeño de su profesión.

ISBN 978-987-47159-9-9

Una competencia es un saber hacer integrado que combina una secuencia de actividades de aprendizaje, involucrando capacidades y habilidades cognitivas, afectivas, psicomotoras y sociales con conocimientos utilizados de manera concreta y eficaz en situaciones que tengan carácter común. Pretende el desarrollo del pensamiento crítico, aprendizaje de los propios errores, trabajo en equipo, integración y transferencia de conocimientos, ética, compromiso y responsabilidad. La adquisición de competencias científicas implica apropiarse de saberes elaborados, conocer el lenguaje en el cual se formulan y establecer relaciones con el entorno en donde serán aplicadas.

El modelo de la formación por competencias debe atender y valorar todo aquello que forma parte de la formación integral de las personas. Se las puede clasificar en competencias básicas que involucran aspectos cognitivos, técnicos y metodológicos, competencias genéricas que implican aquellas habilidades independientes del área de estudio y las competencias específicas que contemplan a las habilidades establecidas y evidentes requeridas para el ejercicio profesional, de ahí la importancia de plantear aquellas competencias específicas que involucran capacidades propias de la disciplina tales como identificar, formular, aplicar y resolver problemas, utilizar de manera efectiva las herramientas y recursos, comunicarse con efectividad y aprender en forma continua y autónoma.

Las competencias no se alcanzan o se logran, sino que se desarrollan, son saberes complejos, multidimensionales (dimensiones conceptual, procedimental, actitudinal, comunicativa, metacognitiva y estratégica) mientras que un objetivo es una meta o logro parcial, un saber unidimensional vinculado por ejemplo a una asignatura. La adquisición de los conocimientos ya no implica una mera repetición de los conceptos, se basa en lo que el estudiante es capaz de hacer con tales conceptos, apropiarse de los diferentes saberes (conocer, hacer y ser), poner el foco en el verbo y no en el sustantivo. Requiere un sistema de evaluación de los aprendizajes que permita integrar los conocimientos y a la vez poder transferir las competencias adquiridas a otros contextos.

La formación por competencias como práctica docente no es una tarea sencilla, requiere contar con sólidos conocimientos que permitan acercar posiciones entre una experiencia en el ámbito universitario y la práctica de la profesión. Tarea aún más compleja cuando se trata de espacios curriculares que se dictan en los primeros años y que resultan ser menos específicos en términos de la terminalidad de las carreras. La importancia de las ciencias básicas consiste en comenzar a tributar en la adquisición de las competencias propias de la carrera a partir de su propia realidad, desde la resolución de problemas sencillos hasta proyectos, en donde las situaciones adquieran mayor complejidad y que involucren el desarrollo de habilidades y destrezas prácticas, en este caso en particular relacionadas con la química, permitiendo a los estudiantes gestionar su propio aprendizaje.

3. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

- Propiciar un aprendizaje autónomo que permita al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos en diferentes contextos, desarrollando las capacidades de análisis y síntesis que le proporcionen un pensamiento crítico y la suficiencia para abordar la resolución de situaciones problema de índole científico-tecnológico.
- Ampliar los conocimientos adquiridos a través del uso de las diferentes estrategias didácticas que permitan interpretar y relacionar los contenidos estudiados utilizando herramientas virtuales disponibles en la red para simular situaciones reales en un entorno controlado.
- Comprobar cuál es el impacto de la actividad virtual, previa al desarrollo de la práctica presencial, en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y en qué extensión implica un aporte en la adquisición de las competencias planteadas.

4. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El cambio de paradigma que implica un aprendizaje centrado en el estudiante involucra hacer una revisión de la propia práctica docente. Uno de los principales retos para iniciarse en esta ardua tarea implica

ISBN 978-987-47159-9-9

conocer a los estudiantes en cuanto a sus características, preferencias y hábitos de estudio, resultando de importancia seleccionar una mediación pedagógica adecuada.

Los espacios curriculares correspondientes a las ciencias básicas no son ajenos a esta problemática y están orientados a lograr que el estudiante obtenga las herramientas conceptuales y las habilidades instrumentales, necesarias para los procesos de abstracción y modelización, actividades inherentes a la profesión, desde los albores de su trayecto académico. Particularmente, desde el espacio de la Química, se intenta que la adquisición de los saberes no se convierta en algo mecánico y por ende muy lábil y escasamente transferible. Esta situación impuso el reto de buscar, construir y aplicar alternativas educativas que generen interés, curiosidad y gusto por aprender.

Los laboratorios virtuales resultan ser una excelente herramienta para capacitar a los estudiantes en principios técnicos, lo que puede ser útil en muchos campos de la enseñanza de la ciencia, ya que un entorno virtual puede simular técnicas y operaciones reales y mejorar efectivamente el proceso de enseñanza con una interfaz intuitiva y atractiva. Aplicar esta metodología incentiva al alumno a aprender e investigar por su cuenta. Está diseñado para complementar la capacitación de laboratorio experimental, permitiendo a los estudiantes prepararse previamente a sus prácticas experimentales.

La propuesta se realizó en la Facultad de Ingeniería (FI) y en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), pertenecientes a la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), con estudiantes del ciclo básico de todas las especialidades de ingeniería (FI) y de las carreras de Licenciatura y Profesorados en Ciencias Básicas y Geología (FCEN), con la expectativa de que en la aplicación de la experiencia virtual los estudiantes pudieran visualizar determinadas técnicas y procedimientos y que a partir de los datos obtenidos lograran la correcta interpretación de los resultados proponiendo conclusiones pertinentes, plausibles de ser ratificadas o rectificadas, por la aplicación de la misma experiencia de manera real.

Se aplicó un diseño mixto, proponiendo como primera instancia la realización de una Actividad Integradora de Laboratorio (AIL), desarrollada desde un entorno virtual, a partir de videos, uso de simuladores, tratamiento de datos, foros de discusión y elaboración de un informe. Con ello se buscó ampliar los conocimientos adquiridos a través del uso de las diferentes estrategias didácticas que permitieran interpretar y relacionar los contenidos estudiados y utilizar herramientas virtuales disponibles en la red para simular situaciones reales en un entorno controlado. Asimismo, se esperó promover otros aspectos importantes como propiciar la comunicación entre los estudiantes como parte fundamental del trabajo cooperativo en espacios virtuales sincrónicos.

Bajo este marco y haciendo uso de la plataforma MOODLE, el equipo docente de Química General diseñó una actividad integradora de laboratorio (AIL), contemplando contenidos disciplinares involucrados en desarrollos experimentales, empleando videos y simulaciones propios y/o disponibles de forma gratuita en internet, permitiendo integrar transversalmente contenidos abordados durante el curso. La actividad involucró conocer las condiciones de higiene y seguridad y de calidad ambiental, el reconocimiento y manejo apropiado de materiales, reactivos y operaciones fundamentales de laboratorio. Los contenidos abordados fueron reacciones químicas y estequiometría, soluciones preparación, concentración y titulación, equilibrio ácido base y electroquímica.

Las cohortes 2020 y 2021 del ciclo básico de la FI y de la FCEN realizaron la AIL en modalidad no presencial. La misma fue evaluada en términos de los informes finales presentados por los estudiantes, discusión dirigida y puesta en común frente a pares y docentes. Los estudiantes mostraron alto nivel de participación demostrando interés por el desarrollo de la actividad, trabajando en equipos reducidos de discusión y elaborando informes que en su mayoría resultaron completos y sin errores. La evaluación se propuso desde diferentes dimensiones, involucrando el rendimiento académico del estudiante, medible a través de la presentación de un informe cuyos criterios de evaluación estaban perfectamente definidos a través de rúbricas previamente establecidas. Al finalizar, los estudiantes respondieron una encuesta de opinión tipo Likert, que constó de 20 preguntas sencillas, en referencia a los contenidos abordados, a la metodología utilizada y al grado de satisfacción alcanzado en términos de conceptos acreditados, obteniéndose muy buena aceptación por parte de los estudiantes de ambas cohortes.

Con el regreso a la presencialidad, surgió la propuesta de continuar con estas actividades simuladas, planteándolas como una capacitación para el estudiante, previa al desarrollo de las experiencias prácticas en el

ISBN 978-987-47159-9-9

ámbito del laboratorio. Se adecuó la actividad experimental realizada en entornos virtuales, en un desarrollo de la misma en el ámbito de un laboratorio químico dentro de la unidad académica (https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/1c51e823e5e44359ef35abf561fc7f86.pdf).

La propuesta fue realizada con estudiantes del espacio curricular Química General (FCEN) de las cohortes 2022 y 2023. Al finalizar las actividades inherentes al laboratorio en ambas modalidades, con sus respectivas evaluaciones mediadas a través de rúbricas previamente establecidas. Los estudiantes respondieron a una encuesta tipo LIKERT consistente en 10 preguntas que involucran aspectos desde lo formal, lo actitudinal y el grado de satisfacción obtenido.

La FIGURA 1 muestra la encuesta tipo Likert respondida por los estudiantes al finalizar los prácticos de laboratorio en las dos modalidades.

1. Durante la experiencia en el laboratorio se solicitó reconocer algunos materiales que inicialmente fueron presentados en la AIL. Ese contacto previo con los materiales permitió identificar sin inconvenientes todos los materiales y sus nombres.

2. La realización del trabajo presencial comparándolo con la AIL, permitió comprender mejor los contenidos conceptuales abordados en ambas prácticas.

3. Durante la realización del trabajo presencial se aplicaron y corroboraron los datos de las tablas completadas previamente en la AIL.

4. En la experiencia presencial disponer de los datos adquiridos, a partir de la AIL, mejora la capacidad de reconocer la importancia, relevancia y utilidad de las técnicas aplicadas y los resultados obtenidos.

5. La experiencia presencial permite reafirmar la estrecha relación que existe entre los cálculos estequiométricos realizados en los trabajos prácticos de resolución de problemas, en conjunción con los obtenidos en la simulación.

6. La experiencia presencial, contando con los conocimientos adquiridos a través de la AIL, resultó más sencilla, práctica y entretenida.

7. **La experiencia presencial, contando con los conocimientos adquiridos a través de la AIL, permitió al estudiante realizar su propia autoevaluación en cuanto a la adquisición de los saberes y destrezas (habilidades prácticas) inherentes al laboratorio.**

8. **El desarrollo de prácticos de laboratorio en entornos presenciales se ve favorecido cuando previamente se ha realizado la AIL concluyendo que ambas modalidades resultan ser complementarias**.

9. El laboratorio virtual se implementó en el contexto de la Pandemia por COVID-19, y dicha actividad aporta sustancialmente a la construcción del conocimiento justificando su implementación en los próximos cursado de Química General.

10. Alguna/s parte/s de la/s Actividad/es de Laboratorio, presenciales o Virtuales, les resultó poco útil o difícil de entender o realizar? Escriba brevemente su comentario indicando qué partes o secciones.

FIGURA 1. *Encuesta tipo Likert respondida por los estudiantes al finalizar los prácticos de laboratorio en las dos modalidades.*

El análisis de las encuestas, confirma que la aplicación de ambas modalidades les permitió adquirir mayor profundidad y entendimiento en el conocimiento de los temas abordados. A modo de ejemplificar los aspectos más relevantes, en la FIGURA 2 se consignan los resultados obtenidos para la pregunta N°7 y en la FIGURA 3 los resultados relevados para la pregunta N°8.

El porcentaje de aprobación de las actividades inherentes a las prácticas de laboratorio fueron sensiblemente mejores, no solo en las calificaciones obtenidas, también en la participación y compromiso demostrado durante las experiencias y en los informes finales. Cabe destacar que se obtuvieron mayores registros de regularidad y/o promoción para los estudiantes de las cohortes 2022 y 2023 (67 % en promedio) que participaron de la propuesta, en relación a cohortes anteriores (60 % en promedio cohortes 2018-2021).

ISBN 978-987-47159-9-9

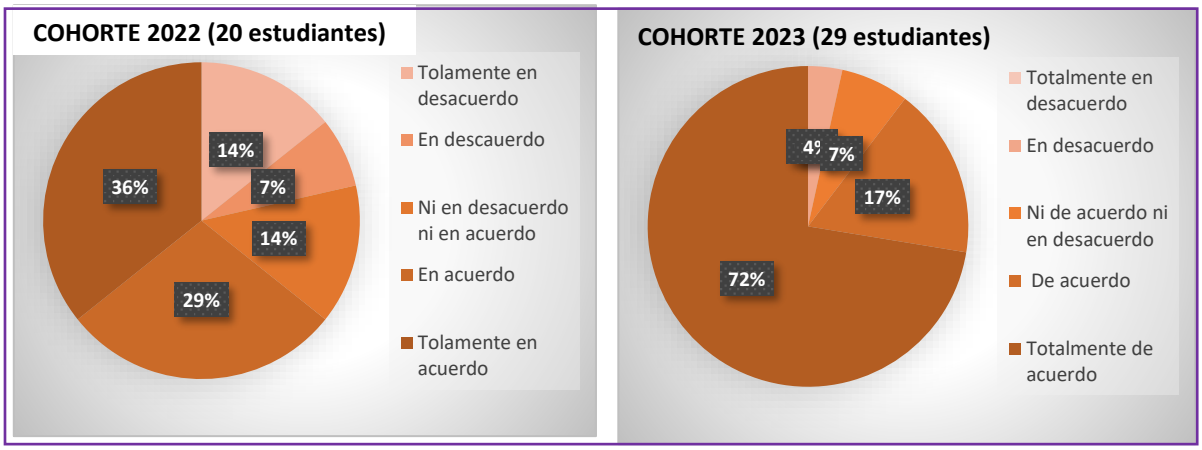


FIGURA 2. *Respuestas de estudiantes de las cohortes 2022 y 2023 a la Pregunta N°7: La experiencia presencial, contando con los conocimientos adquiridos a través de la AIL, permitió al estudiante realizar su propia autoevaluación en cuanto a la adquisición de los saberes y destrezas (habilidades prácticas) inherentes al laboratorio.*

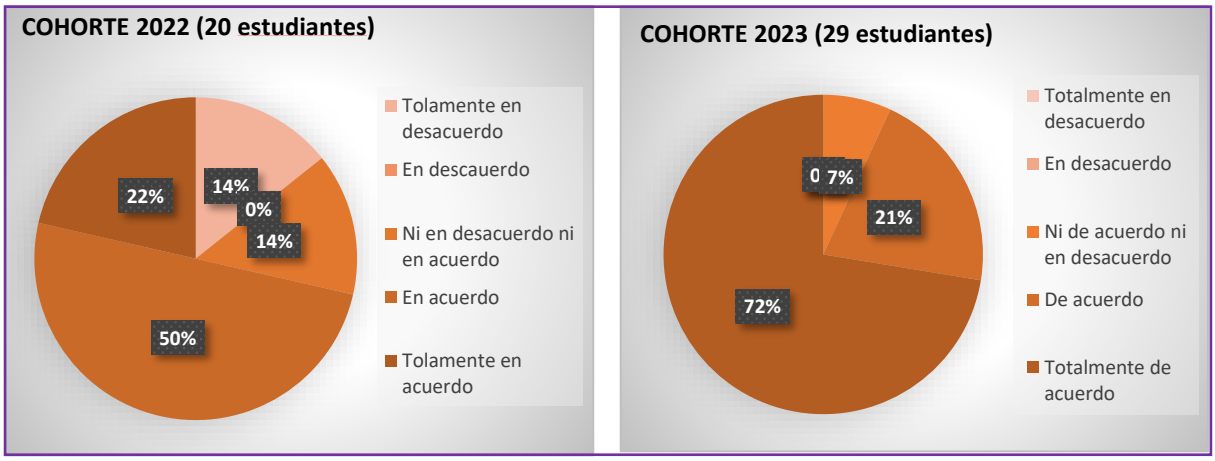


FIGURA 3. *Respuestas de estudiantes de las cohortes 2022 y 2023 a la Pregunta N°8: El desarrollo de prácticos de laboratorio en entornos presenciales se ve favorecido cuando previamente se ha realizado la AIL concluyendo que ambas modalidades resultan ser complementarias.*

Si bien el análisis dista aún de ser completo, se ha podido observar en el rendimiento académico de los estudiantes, una mejora relativa con respecto a aquellas cohortes que solo aplicaron una de las dos modalidades. Aplicar esta metodología los ayudó a estudiar, aprender e investigar por su cuenta. Estuvo diseñado para complementar la capacitación de laboratorio experimental, permitiendo a los estudiantes prepararse previamente a sus prácticas experimentales en el laboratorio.

5. CONCLUSIONES

La aplicación de laboratorios remotos posee algunas ventajas tales como desarrollar trabajos en un ambiente seguro, ofreciendo la reproducción de los experimentos cuántas veces sea necesario y con bajos costos. Facilitan al estudiante profundizar la comprensión de los contenidos, desarrollar destrezas en el uso de las tecnologías de la información y adquirir habilidades en la resolución de problemas. Resultan útiles en muchos campos de la enseñanza de la ciencia, ya que puede simular técnicas y operaciones reales y mejorar efectivamente el proceso de enseñanza con una interfaz intuitiva y atractiva. Por otra parte, en la instancia presencial, los estudiantes mostraron solvencia en el desarrollo de la actividad, a través del correcto manejo de

ISBN 978-987-47159-9-9

los instrumentos y de los reactivos, trabajando con responsabilidad y de manera precisa, profundizando en los conocimientos adquiridos y elaborando conclusiones pertinentes.

El análisis de los resultados obtenidos en relación con las dos modalidades de prácticas de laboratorio, tanto de manera cuantitativa, desde los resultados de aprobación del espacio curricular, como desde un punto de vista cualitativo, observaciones de estudiantes y docentes, encuesta de satisfacción, elaboración de informes, instancias de organización y debate, etc. permitiría inferir acerca del grado de tributación de este tipo de actividades en la apropiación de competencias específicas, proponiendo que la combinación de modalidades favorece el proceso.

Un abordaje de los procesos de enseñanza y aprendizaje basado en competencias implica un replanteo en el diseño de los instrumentos y recursos utilizados en el mismo, pretendiendo que la formación de los estudiantes sea continua, de complejidad creciente e integradora para que en el desarrollo de las capacidades y destrezas pueda extrapolar lo aprehendido en situaciones y contextos diferentes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la UNCUyo por la financiación del proyecto 06/B039-FI en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Camelo-Quintero, E. F. (2019). Implementación de prácticas de laboratorio en la educación virtual de los programas de ingeniería electrónica y telecomunicaciones. *Revista Virtu@lmente, 7*(1), 29-44. https://journal.universidadean.edu.co/index.php/vir/article/view/2319

Galagovsky, L. (2007). Enseñar química vs. Aprender Química: Una ecuación que no está balanceada. *Revista QuímicaViva*. Volumen 6, número especial: Suplemento educativo.

Kowalski, V; Morano, D; Erck, I; Cirimelo, S; Enríquez, H. (2021). Serie Materiales de Apoyo: Curso de Posgrado Aspectos conceptuales básicos para un Diseño Curricular orientado a un Modelo de Formación por Competencias y Aprendizaje Centrado en el Estudiante.

Lorandi Medina, A.; Hermida Saba, G.; Hernández Silva, J.; Ladrón de Guevara, E. (2011). Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, 4, 24-30.

Pimienta Prieto, J. H. (2008). *Evaluación de los aprendizajes: Un enfoque basado en competencias*. Pearson Educación. México, 35.

Quiroz, Ruth Elena (2006). La enseñanza de las corrientes pedagógicas: una propuesta didáctica desarrolladora. *Íkala, revista de lenguaje y cultura, 11*(17), 339-361.

Tobón Tobón, S., Pimienta Prieto, J. y García Fraile, J. (2010). *Secuencias Didácticas: Aprendizaje y Evaluación de Competencias.* Pearson Educación. México, p. 135.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1u437dgFQeDN_08ynKRejRvg0Eo6_CUVM/view

ISBN 978-987-47159-9-9

UN BREVE ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA DE MODALIDAD VIRTUAL EN QUÍMICA ANALÍTICA

Analía Isabel Coralizzi

Instituto Latinoamericano de Capacitación, Educación y Trabajo, ILCET-Argentina
ilcetargentina@gmail.com

Dara Dobler

Instituto Latinoamericano de Capacitación, Educación y Trabajo, ILCET-Chile
ilcetchile@gmail.com

Nicolás A Garrone

Instituto de Investigaciones Biotecnológicas, Universidad de San Martín-CONICET, Buenos Aires, Argentina.
ngarrone@iib.unsam.edu.ar

Eduardo N Cozza Buccaro

Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional (UTN) e Instituto Latinoamericano de Capacitación, Educación y Trabajo, ILCET-Argentina.
ecozza@frba.utn.edu.ar

Resumen

A partir de la pandemia de COVID-19 la modalidad de la materia Química Analítica ha cambiado de presencial a virtual pasando por mixta para finalmente establecerse como híbrida (presencial + virtual sincrónica + virtual asincrónica). En este trabajo se muestra que los resultados en la modalidad híbrida en cuanto al recorrido de los alumnos no muestran diferencias con las otras modalidades. Los comentarios de los alumnos y los docentes son similares, mostrándose algunas posibles soluciones para los inconvenientes relevados. Finalmente, se establece a la modalidad hibrida como apta para el desarrollo de la materia siendo un instrumento en el que las modalidades se complementan y sinergizan.

Palabras clave: *virtualidad; presencialidad; aula invertida; modalidad hibrida; Química Analítica.*

1. INTRODUCCIÓN

La innovación en la enseñanza superior de las últimas décadas tuvo su base en la Declaración Mundial de la UNESCO de 1998 sobre la *Educación Superior para el siglo XXI* (UNESCO, 1998) lo que llevó progresivamente al l curricular por competencias por sobre los contenidos, la igualdad de acceso a la enseñanza, la llegada de los saberes a las personas más que la movilización de ellas hacia aquéllos, con el consecuente profundización de la educación a distancia, y la irrupción de las nuevas tecnologías (UNESCO, 2016; Litwin, 2005).

La pandemia de COVID-19 durante los ciclos lectivos de 2020 y 2021 (OPS/OMS, 2020), aceleró la implementación de muchas de esas innovaciones que estaban en proceso de desarrollo, y así nos arrojó a los docentes a implementar súbitamente lo que algunos no sabíamos bien de qué se trataba, otros apenas conocíamos, y la gran mayoría no teníamos experiencia.

Todas las experiencias e instrumentos puesto en vigencia en esos años con mucha más rapidez que la programada, fueron analizados en profundidad por las instituciones y sus especialistas, para focalizar las nuevas metodologías y dispositivos que debían ser consolidados, cambiados, o eliminados (IESALC-UNESCO, 2021; IDB, 2021). Así, en varias esferas del quehacer educativo, sobre todo universitario, se decidió la continuación de muchas de las prácticas educativas que habían sido, al menos en parte, delineadas a fines del siglo XX y comienzos del XXI y que la pandemia de COVID-19 aceleró. En particular en la Universidad Tecnológica Nacional,

ISBN 978-987-47159-9-9

su Consejo Superior estableció la posibilidad de aplicación de la modalidad mixta o híbrida (UTN-Rectorado, 2021), con algunos aspectos en común con la denominada aula invertida (Chen y col, 2018; Alegre, Demuth y Navarro, 2019). De esta forma, en 2022 se denominó mixta para y a partir de 2023, con la previa aprobación por cada Facultad del proyecto que cada asignatura presente, es posible desarrollar las actividades curriculares en una modalidad híbrida que combina actividades presenciales para todas las actividades, con posibilidad de modalidad virtual para las clases de teóricos y problemas, siendo estas últimas sincrónicas y asincrónicas. Esto, de todas maneras, no es esencialmente nuevo ya que la resolución del Ministerio de Educación de la Nación sobre modalidad a distancia (entendida ahora como fundamentalmente virtual) posibilita una modalidad mixta (Ministerio de Educación de la Nación, 2023).

La Asignatura Química Analítica es una asignatura del tercer año de la Carrera de Ingeniería Química, de duración cuatrimestral, en la que se desarrollan encuentros sobre espacios conceptuales (teóricos), de problemas y de laboratorio. Química Analítica (UTN-Buenos Aires) tiene actualmente un desarrollo en modalidad híbrida, luego de haber recorrido las modalidades indicadas en la TABLA I en los últimos 6 años. La experiencia obtenida en este desarrollo es lo que se quiere compartir, como principal objetivo de esta presentación, con los docentes de química. De este modo se pretende que la descripción de los dispositivos utilizados y los datos de opinión de los alumnos y de los docentes acerca de la modalidad híbrida pueda contribuir a otros docentes interesados en esta modalidad a evaluar las posibilidades de aplicación.

TABLA I*: Modalidades en Química Analítica durante varios años. Las actividades virtuales durante los años 2020, 2021 y 2022 son sincrónicas, y durante los años 2023 y 2024 sincrónicas y asincrónicas.*

	Tipo de Actividad				
AÑO	**TEÓRICO**	**PROBLEMAS**	**LABORATORIOS**	**EVALUACIONES**	**MODALIDAD**
2019	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial
2020	Virtual	Virtual	Virtual	Virtual	Virtual
2021	Virtual	Virtual	Virtual	Virtual	Virtual
2022	Presencial/Virtual	Presencial/Virtual	Presencial/Virtual	Presencial/Virtual	Mixta
2023	Presencial/Virtual	Presencial/Virtual	Presencial	Presencial	Híbrida
2024	Presencial/Virtual	Presencial/Virtual	Presencial	Presencial	Híbrida

2. METODOLOGÍA

Durante los años 2020 y 2021 la asignatura Química Analítica se ha desarrollado en la modalidad exclusivamente virtual, no como parte de los desarrollos de innovaciones educativas previstas (UNESCO, 1998; UNESCO, 2016; Litwin, 2005) sino como una imposición de la emergencia sanitaria vivida por la pandemia de COVID-19. A partir de mediados del año 2022, dándose por finalizada la etapa de pandemia, se daban las condiciones para volver a la presencialidad plena. Sin embargo, la evaluación de las experiencias acumuladas con la actividad virtual permitió establecer la posibilidad de mantener actividades de formación en modalidad virtual, lo que dio lugar a la modalidad mixta. Ese análisis derivó en la definición de la modalidad híbrida por parte del Consejo Superior de la Universidad (UTN-Rectorado, 2021) la cual se estableció en forma definitiva en Química Analítica a partir del año 2023.

En la modalidad híbrida, las evaluaciones de todos los espacios, así como las actividades de laboratorio son presenciales, requiriéndose además que, como mínimo, el 50% de la carga horaria total de las actividades sean presenciales.

Las actividades virtuales se realizan a través de la plataforma Zoom (Zoom Video Communications, USA) principalmente de manera sincrónica estableciéndose también algunas actividades de formación de manera virtual asincrónica. En este último caso, los alumnos acceden a un video de presentación del tema a tratar, del material de estudio y de una o varias actividades las que son evaluadas luego de su entrega por el docente. Estas actividades son del tipo cuestionario, o de estudio de casos, o de resolución de situaciones experimentales.

Para el cursado presencial y virtual los alumnos disponen de un Aula virtual en la que se facilita, dispone y organiza lo siguiente:

ISBN 978-987-47159-9-9

- Desarrollo de los Temas: consistentes de Textos de los docentes, acceso a libros, documentos de internet verificados, y enlaces de otras Universidades, cubriendo todos los temas del programa de estudio. Se incluyen también las presentaciones audiovisuales que los docentes utilizan en los encuentros, presenciales o virtuales.
- Aplicación Conceptual: guías de ejercicios conceptuales de aplicación a situaciones nuevas, predicción de efectos y productos, análisis y predicción de gráficos, análisis de casos teóricos y experimentales.
- Cálculos: guías de ejercicios y problemas de cálculo basados en situaciones reales.
- Laboratorio: trabajos prácticos de determinaciones experimentales
- Videos: de todos los temas del programa de estudio. Se incluyen los videos de los encuentros virtuales sincrónicos y asincrónicos, y también de los temas desarrollados en forma presencial. A este respecto, el docente debe realizar un video completo, tal como si el tema se desarrollara en modalidad virtual sincrónica.
- Foro: administrado por el docente y desarrollado para el análisis, la discusión de temas, y consultas. La participación de los alumnos es obligatoria.

Los materiales de Desarrollo de los temas están a disposición de los alumnos antes de ser desarrollados en los encuentros, sean virtuales o presenciales, alentándose la lectura previa de los mismos para una mayor participación, un mejor aprovechamiento de las actividades, y un desarrollo más profundo, en clase, de los temas. Esta última característica produce un pequeño acercamiento al aula invertida. Además, la disponibilidad previa del material presentado por el docente evita la "toma de apuntes" por parte de los alumnos lo que les permite conservar la atención en lo que se está tratando en clase.

El docente dirige la selección de los temas a disponer en la modalidad presencial o en la modalidad virtual, sincrónica o asincrónica, dentro de la modalidad híbrida. Esta tarea es relevante para con la libertad de cátedra y requiere un trabajo del docente que debe tener en cuenta las características de cada cohorte, las trayectorias de los estudiantes en otras asignaturas y la experiencia de los primeros encuentros. De hecho, la distribución de temas entre las modalidades varía de cuatrimestre en cuatrimestre.

A partir de esta experiencia recogida en Química Analítica con la modalidad híbrida se decidió compartir la misma con los docentes de química a la vez de analizar los logros y falencias que permitan consolidar el dispositivo.

Este análisis se realiza incluyendo los siguientes elementos:

a) Relevamiento de comentarios de los alumnos
b) Caracterización de la trayectoria de los alumnos en la asignatura con modalidad híbrida según:
    - cantidad de alumnos inscriptos
    - porcentaje de alumnos con cursada regular
    - porcentaje de alumnos que deben cursar nuevamente
    - promedio de calificaciones en las evaluaciones parciales de aprendizaje
    - promedio de calificaciones en el examen final
    - deserción (porcentaje de alumno que abandonan la cursada)

    Los valores de cada uno de estos 6 parámetros en modalidad híbrida para cada comisión se compararon con los mismos parámetros en modalidad totalmente presencial. Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas (ANOVA) con un $p < 0.05$.
c) La experiencia de la actividad docente personal.

3. RESULTADOS

3.1. Consideraciones de los alumnos

Los alumnos de la asignatura Química Analítica fueron consultados acerca de las ventajas y desventajas que encontraban en la modalidad híbrida para su aprendizaje. Los principales comentarios recibidos fueron los siguientes:

i.- En cuanto a la modalidad híbrida en general, el 75 % de los alumnos consideró que la modalidad híbrida les permitió aprender y la consideró que es una buena opción de cursado de las materias.

ISBN 978-987-47159-9-9

ii.- Sobre los temas a desarrollar en modalidad presencial, el 29 % opinó que las clases de repaso y de consultas deben ser presenciales y el resto se volcó por la opción de no tener preferencias a ese respecto.

iii.- Acerca de la modalidad virtual asincrónica, el 44 % de los alumnos expresó haber tenido dificultades de adaptación entre las que incluyeron: dudas acerca de haber completado los aprendizajes, falta de motivación para realizar las actividades y dentro de esto sensación de confusión y poca claridad acerca de lo que se debía hacer.

iv.- El 18 % de los alumnos consideró que la modalidad híbrida no les proporcionaba las condiciones que necesitaban para lograr aprendizajes. El 37 % de esos alumnos a su vez reconoció también beneficios en algunas instancias de la modalidad híbrida

v.- Las principales ventajas que los alumnos identificaron para la modalidad híbrida fueron (cada alumno pudo indicar hasta 3 ventajas):

a) la disponibilidad de las clases grabadas: 88 %.
b) la disponibilidad de todos los materiales antes de las clases: 67 %.
c) el mayor intercambio y comunicación con los docentes a través de los medios digitales: 47 %.
d) el mejor uso del tiempo: 32 %.
e) los menores costos operativos y logísticos: menor cantidad de traslados y menor gasto en materiales de estudio físicos: 29 %.

vi.- Las principales desventajas que los alumnos expusieron sobre la modalidad híbrida fueron (cada alumno pudo indicar hasta 3 ventajas):

a) inconvenientes en la organización para el estudio: 57 %.
b) poca motivación para las clases virtuales asincrónicas: 42 %.
c) dificultades técnicas para el servicio de internet y la disponibilidad de dispositivos electrónicos: 31 %.
d) falta de ambientes propios adecuados para el aprendizaje: 30 %.
e) menor focalización y concentración en el estudio: 17 %.

Nota*:* algunos alumnos realizaron consultas acerca de la encuesta, las que estuvieron casi exclusivamente dirigidas a si debían contestar acerca de las actividades virtuales y las presenciales por separado, a lo que se les contestó que la modalidad era híbrida y en ese sentido como modalidad única debían responder. Otras consultas menores se refirieron a los tiempos para responder, a la inclusión de perspectivas personales acerca del comportamiento de la cohorte frente a la modalidad híbrida.

3.2. La trayectoria de los alumnos

Los valores de los siguientes parámetros

i) cantidad de alumnos inscriptos en la comisión con modalidad virtual o híbrida
ii) porcentaje de alumnos regularizados en la materia
iii) porcentaje de alumnos que deben cursar nuevamente la materia
iv) promedio de calificaciones en las evaluaciones de aprendizaje parciales
v) promedio de calificaciones en el examen final
vi) deserción (porcentaje de alumno que dejan la cursada)

se compararon entre los alumnos de las comisiones con modalidad presencial en 2019 con los alumnos de las comisiones con modalidad híbrida de 2023. Este contaste estadístico no evidenció diferencias significativas ($p < 0,10$). De esta forma, no se destacarían en esos parámetros medidos aspectos distintivos de la modalidad híbrida.

3.3. La experiencia docente personal

A partir de la experiencia de los docentes en el desarrollo de la docencia en modalidad híbrida surgen las siguientes consideraciones:

1.- Requerimiento de más tiempo de dedicación para el ejercicio de la docencia: resulta imprescindible dedicar tiempo a la tarea de confección de los materiales de cada tema, ya sea de estudio o de presentación en

ISBN 978-987-47159-9-9

los encuentros presenciales o virtuales, a la atención de los foros y las respuestas de las consultas de los alumnos fuera del horario de clase, entre las principales cuestiones

2.- Necesidad de variación de las estrategias didácticas: dado que el mantenimiento de la atención, la motivación y la organización para el estudio son algunas de las dificultades que percibe el estudiante, se deben variar continuamente las estrategias de enseñanza utilizando el análisis de casos, la resolución de situaciones con respuestas múltiples, el uso de ejemplos de situaciones conocidas por el alumno, el análisis y discusión de textos previamente abordados por los alumnos a partir del aula virtual, etc… Por ello, surge la necesidad que los docentes seamos capacitados en estas estrategias de enseñanza por parte de los profesionales de la educación.

3.- Ventajas que se perciben en los estudiantes: A partir de la función docente se determina claramente que los estudiantes con mejor desempeño académico son aquellos que han tomado y utilizado en favor de sus aprendizajes las siguientes características del cursado de la asignatura con modalidad híbrida:

3.1.- Clases grabadas en video: la disponibilidad de los videos de las clases y de las actividades realizadas son una ventaja que los alumnos aprecian como tal.

3.2.- Disponibilidad del material de presentación en las clases: la disponibilidad previa del material a tratar y discutir en clase es un elemento significativo para el mejor uso del tiempo en el encuentro, sea presencial o virtual. Esto lleva al tratamiento y discusión de situaciones nuevas, el planteo de casos, el uso de ejemplos más elaborados, etc…, con un breve acercamiento a la estrategia de aula invertida. Además, no existe predisposición a la ausencia debida a la disponibilidad del material de las clases y de los videos ya que la asistencia a los encuentros virtuales fue igual a la asistencia a actividades presenciales.

4.- Desventajas que se perciben en los estudiantes:

4.1.- Dificultades en la organización y sistemática de sus estudios: la mayor autonomía que presupone la modalidad híbrida suele crear dificultades en algunos alumnos que necesitan una mayor guía, un mayor seguimiento y una mayor supervisión. Esta característica suele disiparse en el transcurso de la asignatura. En caso de no poder superarse, el alumno muestra mayores dificultades en el desempeño académico que pueden desembocar en la deserción.

Para estos casos se realizan encuentros virtuales semanales programados para alcanzar la solución necesaria en los que se retoman contenidos, pero fundamentalmente se trabaja la autonomía y organización en el estudio.

4.2.- Falta de motivación en las actividades virtuales: se ha evidenciado que entre el 10 y el 20% de los alumnos no responde preguntas sencillas relacionadas a los temas desarrollados en clase, luego de ser comentados y de haber cerrado el momento de consultas sobre los mismos. Esto indicaría que un grupo de estudiantes no realiza un seguimiento exhaustivo del desarrollo de la clase. La estrategia de desarrollo en espiral en cada tema y cada concepto (Brunner, 1969), retomándose los mismos en forma cíclica y con profundidad creciente da buenos resultados rescatándose los aprendizajes para los alumnos. Esta estrategia puede llevarse de las instancias virtuales a las presenciales y viceversa (ver más adelante).

4.3.- Trabajos grupales: la realización de trabajos grupales se ve dificultada en la modalidad híbrida, lo que se evidencia pues en la presentación de los mismos cada integrante del grupo expone una parte, evidenciando el reparto de las actividades, pero en general falta una integración de lo expuesto que evidencie el trabajo grupal. Con el objetivo de motivar la integración grupal en la realización de los trabajos se han designado aleatoriamente las personas que exponen sin seguir el orden que los integrantes del grupo de trabajo manifiestan.

5.- El rol de la modalidad presencial: la combinación de las modalidades presencial y virtual permite condensar en una misma propuesta didáctica las fortalezas de ambas modalidades al tiempo de utilizar una de ellas para sostener las posibles dificultades que el docente advierte en la otra. Por ejemplo, la deducción del coeficiente alfa del EDTA en volumetría de complejos es más difícil de sostener en una exposición virtual que en una presencial, por lo que se puede mencionar conceptualmente en la primera, pero desarrollarse completamente en la segunda. Esta última situación puede sostenerse didácticamente a través del desarrollo en espiral ya mencionado (Brunner, 1969). Del mismo modo, las formas de adición de cromóforos a los analitos para el análisis por absorbancia molecular se desarrollan muy bien en modalidad virtual ya que, en este caso, las reacciones involucradas ya son conocidas por los estudiantes.

4. CONCLUSIONES

Este trabajo se suma al esfuerzo de la educación secundaria, superior y universitaria de revisar continuamente nuestras prácticas docentes para motivar así su mejoramiento. En este caso, el objetivo es compartir la experiencia y los resultados recogidos en la asignatura Química Analítica en la modalidad híbrida, para que eventualmente pueda ser útil para otros docentes que no han aún realizado este tipo de experiencias.

De esta forma se presentan los dispositivos utilizados en la modalidad híbrida, las opiniones de los alumnos, el análisis de algunos valores relacionados a permanencia y desempeño académico, y las conclusiones de la propia experiencia docente. Todo este conjunto de datos reconoce mayoritariamente la validez y el buen uso de la modalidad híbrida para el desarrollo de la asignatura Química Analítica, señalándose también los aspectos que necesitan ser tenidos en cuenta para su mejoramiento. Un aspecto que sobresale es la alta coincidencia entre estudiantes y docentes sobre las fortalezas y las debilidades de la modalidad híbrida.

La modalidad presencial presente en la modalidad híbrida, aparte de sus características propias, apoya a la modalidad virtual desde que es una instancia para morigerar y mejorar los inconvenientes o vacancias en el aprendizaje virtual que los alumnos pudieran manifestar. En este sentido, el diseño curricular en espiral se adapta para retomar conceptos, consolidarlos y profundizarlos.

La modalidad virtual apoya la formación de los estudiantes en cuanto a una mayor autonomía, mayor responsabilidad para la lectura de materiales, y la organización del estudio.

Los inconvenientes enunciados por alumnos y docentes ((ver Resultados) pueden recibir distintas estrategias de solución, de acuerdo a cada docente. Esto es justamente lo que genera una modalidad de enseñanza y de aprendizaje que está aún en desarrollo, luego del súbito cambio, no programado, que hubo que hacer en forma general a partir de la pandemia de COVID-19.

Resulta singular destacar que algunos de los dispositivos utilizados en la modalidad híbrida, presencial y virtual, de Química Analítica, ya eran utilizables antes de la pandemia, para la modalidad presencial. Sin embargo, no eran utilizados en la extensión en que lo son ahora indicando que la crisis de salud vivida catalizó positivamente la transformación necesaria.

Los logros en el desarrollo de la modalidad híbrida van en consonancia con las decisiones de UNESCO acerca de la educación superior para el siglo XXI (UNESCO, 1998) En efecto, por un lado, la mayor distribución de los saberes y la igualdad de acceso a los mismos están más garantizadas, y por el otro la utilización de las tecnologías de comunicación está favorecidas. Todo esto debe complementarse con más estrategias de modalidad virtual apuntaladas para una mayor adquisición de competencias, más allá de los contenidos, cuestión en la que actualmente se está trabajando.

AGRADECIMIENTOS

Se desea agradecer al Departamento de Ingeniería Química de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional, y a la Secretaría de Ciencia y Técnica del Departamento y de la Facultad todo el apoyo que se recibe como motivación para el trabajo de los docentes-investigadores. Asimismo, se quiere agradecer al Dr. Juan Carlos Calvo y al Dr. José Luis Costa *in memoriam* por haber marcado la excelencia en la docencia en la FCEN-UBA a través de su capacidad, inteligencia y humanismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegre, M., Demuth, P.B., Navarro, V. (2019) El aprendizaje invertido en la formación en Medicina. Miradas estudiantiles sobre la estrategia didáctica de aula inversa. *Revista de Educación de la Universidad Nacional de Mar del Plata* 18, 397 – 415. https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/reduc/article/view/3771/3712

Brunner, J.S. (1969) *Hacia una teoría de la instrucción*. Editorial Uteha-México. https://es.scribd.com/document/413907679/ Una-Teoria-de-la -Instruccion-Brunner

Chen, K.S., Monrouxe, K., Lui, Y.H., Jenq, C.C., Chang, Y.J., Chang, Y.C. y Chai, P.Y.C. (2018). *Academic outcomes of flipped classroom learning: a meta-analysis. Medical education, 52*(9), 910-924. https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/medu.13616

IDB (2020) *La Educación Superior en Tiempos de COVID-19.* Interamerican Development Bank. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-educacion-superior-en-tiempos-de-COVID-19-Aportes-de-la-Segunda-Reunion-del-Di%C3%A1logo-Virtual-con-Rectores-de-Universidades-Lideres-de-America-Latina.pdf

IESALC-UNESCO (2021) Covid-19: su impacto en la educación superior y en los ODS. *Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe*. Disponibe en https://www.iesalc.unesco.org/2021/06/01/covid-19-su-impacto-en-la-educacion-superior-y-en-los-ods/.

Litwin, E. (2005). *Tecnologías educativas en tiempos de internet*. Editorial Amorrortu Editores, Buenos Aires. http://files.taller-docente.webnode.com/200000010-dd3aadf2fb/Litwin.pdf. Consultado el 8 de diciembre de 2021

Ministerio de Educación de la Nación (2023) *Resolución ministerial 2599/2023 sobre educación a distancia.* https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/298714/20231121

OPS/OMS-Argentina (2020) *La OMS caracteriza a COVID-10 como una pandemia*. Disponible en www.paho.org/arg/index.php. Consultado el 11 de mayo de 2020.

UNESCO (1998) *Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción.* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000113878_spa

UNESCO (2016) *Innovación Educativa*, https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247005

UTN-Rectorado (2021) *La Facultad aprobó el Proyecto Educativo Mixto en la formación en Ingeniería* Disponible en https://www.frba.utn.edu.ar/la-facultad-aprobo-el-proyecto-educativo-mixto-en-la-formacion-en-ingenieria/

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1Ap3DpEBwxSktbZZNFbrTrC5PFvN3N8c8/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EVALUACIÓN DE LA SOLUBILIDAD DEL CARBONATO DE SODIO Y SU APLICACIÓN EN LA PREPACIÓN DE SOLUCIONES, UNA EXPERIENCIA PRÁCTICA CREATIVA

Enzo Di Marco

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lilio (IML), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
edimarco@csnat.unt.edu.ar

Matías Ernesto Iriarte

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lilio (IML), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
me-iriarte@csnat.unt.edu.ar

María de Lourdes Gultemirian

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lilio (IML), Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Instituto de Biodiversidad Neotropical CONICET - Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
lgultemirian@csnat.unt.edu.ar

Resumen

Este trabajo se realizó con el objeto de incorporar los conceptos de solubilidad y su dependencia con la temperatura, como propuesta innovadora para su incorporación a los prácticos de laboratorio de la unidad temática correspondiente a soluciones. Esta propuesta, llevada a cabo por docentes de la Universidad Nacional de Tucumán, se centró en la construcción de una curva de solubilidad de la sal carbonato de sodio, no encontrada en la actualidad en referencias bibliográficas. Se encontró que la solubilidad del carbonato de sodio se duplica en el rango de 20°C a 80°C. Esta diferencia de solubilidad con la temperatura facilita el estudio de la influencia térmica en la solubilidad de sales. Por esta razón, se propuso la preparación de soluciones de diferente punto de saturación y la influencia de la temperatura en las mismas. Por otro lado, los autores sugirieron la aplicación de estos conceptos mediante un informe de laboratorio. Este constituye una herramienta útil para que el alumno asimile los contenidos teóricos incluyendo, además, el concepto de disolución sobresaturada que a menudo resulta difícil de interpretar.

Palabras clave: *disolución; solubilidad; insaturada; saturada; sobresaturada.*

1. MARCO TEÓRICO

En nuestra vida cotidiana, se observa que el azúcar y la sal de mesa, por ejemplo, se disuelven cuando se agregan en un recipiente con en agua. Por esta razón decimos que estas sustancias sólidas son solubles en agua. Sin embargo, si se agrega progresivamente más sólido al agua, se observa que en algún momento éste ya no se disuelve, incluso luego de someterlo a agitación vigorosa. En este caso se observa la formación de un precipitado en el fondo del recipiente. En otras palabras, podemos decir que se alcanzó y/o superó la cantidad máxima de sustancia que se puede disolver en agua. El concepto de *solubilidad*, también conocido como *equilibrio de solubilidad,* se define como la máxima cantidad de un soluto que se puede disolver en determinada cantidad de un disolvente a una temperatura específica (Chang y Goldsby, 2013). Esta variable, generalmente, se expresa como g de soluto disuelto en 100 g de solvente (g soluto/100 g solvente), aunque también se puede expresar como g de soluto disueltos en 100 mL de solvente (g soluto/100 mL solvente.

Las disoluciones se pueden clasificar y diferenciar, cualitativamente, de acuerdo a su capacidad para disolver una determinada masa de soluto. Así, una *disolución insaturada* es aquella que contiene menor cantidad

ISBN 978-987-47159-9-9

de un determinado soluto disuelto en relación a la que es capaz de disolver a una dada temperatura, establecido por el valor de la solubilidad (Brown y col., 2004). Una *disolución saturada*, en cambio, se encuentra precisamente en el equilibrio de solubilidad, es decir que contiene la máxima cantidad de soluto que se puede disolver en dicho solvente a la temperatura de ensayo. Por último, una *disolución sobresaturada* se caracteriza porque posee más soluto disuelto que el definido por la solubilidad a una temperatura particular (Petrucci y col., 2011), superando el equilibrio de solubilidad. Es importante destacar que este tipo particular de disoluciones se forma cuando se modifican determinados parámetros físico-químicos durante la preparación de las mismas. De esta manera, se logra superar el límite de solubilidad, con respecto a las condiciones iniciales, y se alcanza un *equilibrio de solubilidad metaestable*, en el que ligeras perturbaciones físico-químicas del sistema se traducen en la cristalización del soluto en exceso.

En la vida diaria se observa que, si calentamos agua, se puede disolver mayor cantidad de azúcar o sal en comparación con temperaturas menores, pero aun así hay un límite en la cantidad de soluto que se puede disolver. Por definición, se sabe que uno de los factores más importantes que afectan la solubilidad es la temperatura. Generalmente, la solubilidad de los solutos sólidos en disolventes líquidos aumenta cuando se incrementa la temperatura; mientras que, si se trata de solutos gaseosos, su solubilidad en líquidos disminuye cuando aumenta la temperatura (Mc Murry y Fay, 2009). Por este motivo, para cada sustancia en particular se puede construir una curva de solubilidad en función de la temperatura, conocida como Curva de Solubilidad.

Esta propuesta se llevó a cabo por docentes de la Universidad Nacional de Tucumán. El trabajo surge de la necesidad de incorporar, a los prácticos de laboratorio, la aplicación de los conceptos de equilibrio de solubilidad, clasificación de soluciones según la solubilidad y la evaluación de la influencia de la temperatura en las mismas. Esta propuesta complementaría el dictado de la asignatura tomando como base al programa teórico de la misma y considerando que, actualmente, no se dispone de una experiencia que involucre dichos temas en la guía de prácticos de laboratorio. La incorporación de la misma al práctico preexistente dentro de la unidad temática *soluciones*, resulta de gran interés puesto a que afianza los conceptos dictados en la clase teórica. Adicionalmente constituye una herramienta tangible para que el alumno pueda comprender y asimilar los contenidos mencionados. Particularmente, para los alumnos el concepto de disolución sobresaturada a menudo resulta difícil de comprender y visualizar, por lo que consideramos que con esta experiencia práctica se facilitaría el aprendizaje del mismo.

Inicialmente, y como información de base para el trabajo práctico de laboratorio propuesto, se construye la curva de solubilidad para una sal ternaria neutra (Na_2CO_3) entre 20 °C y 80°C.

Por otra parte, la presente propuesta contempla el preparado de los tres tipos de solución clasificadas en función del equilibrio de solubilidad: disolución insaturada, saturada y sobresaturada, mediante modificaciones tanto de la cantidad de soluto como de la temperatura.

2. OBJETIVOS

- Comprender y familiarizarse con el concepto de solubilidad de los compuestos químicos.
- Determinar la solubilidad del Carbonato de Sodio en agua, a temperatura ambiente.
- Estudiar la influencia de la temperatura en la solubilidad del carbonato de sodio, mediante la construcción de la curva de solubilidad y a través de la preparación de soluciones insaturadas, saturadas y sobresaturadas.

3. METODOLOGÍA

3.1. Determinación de la solubilidad del carbonato de sodio a temperatura ambiente y construcción de Curva de Solubilidad en función de la temperatura.

Sal neutra: carbonato de sodio Solubilidad de referencia Na_2CO_3 = 10,9 g/100 g H_2O (referencia: https://www.quimica.es/enciclopedia/Carbonato_de_sodio)
Temperaturas a evaluar: 20 °C ,40 °C, 60 °C y 80 °C.

ISBN 978-987-47159-9-9

La construcción de la curva de solubilidad se realizó tomando como referencia la solubilidad de Na_2CO_3 a 20 °C y siguiendo el procedimiento propuesto por García - Ruiz (2013), pero se utilizaron 5 mL de solución saturada, en lugar de 1 mL tal como indica el autor:

1. Se prepara en un matraz erlenmeyer de 50 mL una solución saturada, a temperatura ambiente, en agitador magnético con barra magnética (15 min), midiendo 20 mL de solvente, en matraz aforado. Luego se trasvasa y se agregan diferentes cantidades la sal carbonato de sodio.
2. Se deja reposar durante 1 hora a la temperatura de ensayo. Se observa que el exceso de soluto se deposita en el fondo del recipiente, mientras que la parte solubilizada se homogeneiza en el sobrenadante.
3. Se toma, con pipeta y por triplicado, 5 mL del sobrenadante y se coloca en vidrio de reloj, previamente tarado e identificados.
4. Se lleva a Evaporación en estufa durante 24 horas, tapado adecuadamente para evitar contaminaciones.
5. Se pesan los vidrios de reloj en balanza analítica y, por diferencia, se obtiene la cantidad en gramos de soluto previamente disuelto en 5 mL de solución. A partir de esto, se define la solubilidad de la sal a cada temperatura de ensayo.
6. Se repite el procedimiento para todas las temperaturas a evaluar y, a partir de los datos obtenidos, se construye la curva de solubilidad del Na_2CO_3.

3.2. Preparación de soluciones insaturadas, saturadas y sobresaturadas.

1. Se determina la temperatura ambiente utilizando un termómetro.
2. Se pesan 5 g de sal en balanza granataria y se colocan en un vaso de precipitación de 50 mL, previamente pesado.
3. Se miden, en probeta, 50 mL de agua destilada y se agregan al vaso de precipitación anterior. Se agita durante 2 minutos a temperatura ambiente y se observa lo que ocurre macroscópicamente.
4. Luego se agregan lentamente 5 g de la sal a la solución anterior y se agita durante 2 minutos. Se observa que sucede con el soluto.
5. Luego la solución anterior se calienta hasta 60 °C, se agita durante 2 minutos y se deja reposar algunos minutos. Se observa que sucede con el soluto.
6. La solución resultante se deja enfriar en reposo hasta que se alcance la temperatura ambiente. Se observa cuidadosamente la solución en base a la presencia o no de soluto.

4. RESULTADOS

4.1. Curva de solubilidad versus temperatura para el carbonato de sodio.

El carbonato de sodio es una sal ternaria en la cual, en la cual el anión carbonato (CO_3^{2-}) proviene del ácido carbónico totalmente disociado. Existen actualmente escasos estudios de la solubilidad de sales neutras de este tipo y, particularmente para el carbonato de sodio, no hay evidencias bibliográficas que describan su solubilidad en función de la temperatura. Es por ello que se elabora la siguiente curva de solubilidad que se muestra en la FIGURA 1.

La solubilidad del carbonato de sodio se duplicó, en el rango de temperatura estudiado (20°C y 80°C). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la solubilidad a partir de 40°C. Estos resultados fueron similares a los que se encuentran en la bibliografía (CRC - Handbook of Chemistry and Physics, 2003). Se destaca que el mayor aumento de solubilidad se produce entre 20 °C y 40 °C.

La pronunciada pendiente de la curva de solubilidad entre estas temperaturas, sugiere que esta sal es sensible a los cambios de temperatura. Esto la hace propicia para evaluar la influencia de la temperatura en la solubilidad, como una propuesta práctica en la preparación de soluciones con diferente grado de saturación.

A partir de la información de esta curva y de las soluciones preparadas, se propone un informe de laboratorio orientado a mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos antes mencionados.

ISBN 978-987-47159-9-9

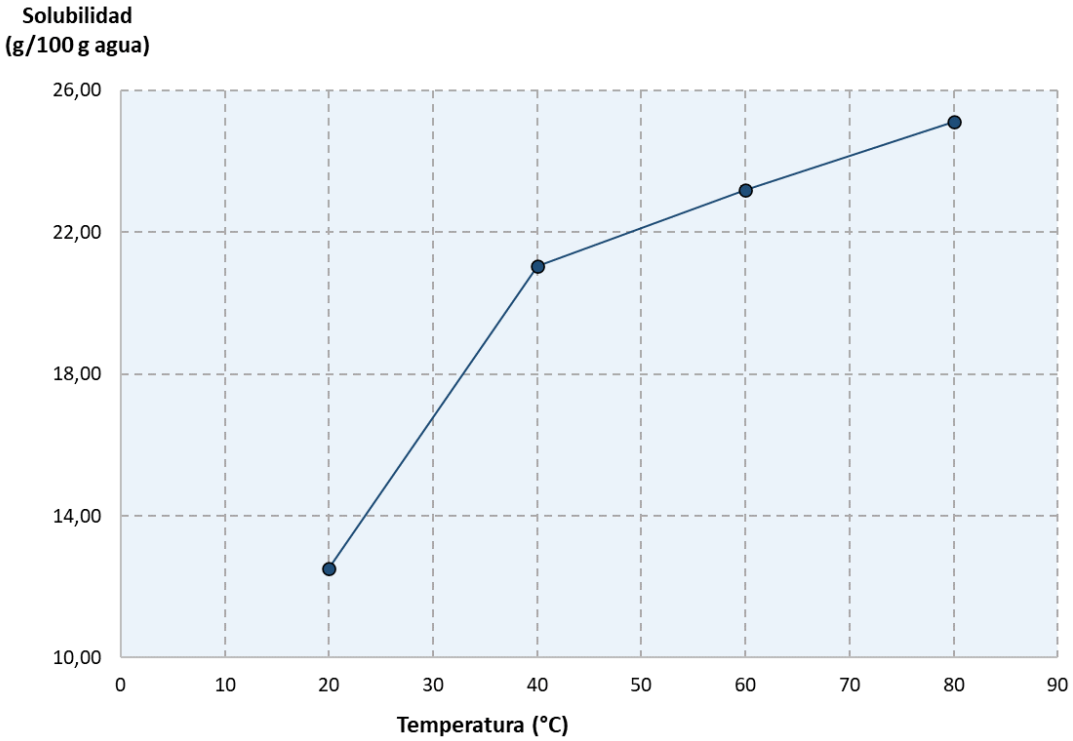


FIGURA 1. *Curva de solubilidad del carbonato de sodio en función de la temperatura.*

4.2. Preparación de soluciones insaturadas, saturadas y sobresaturadas: cuestionario de aplicación.

En base a la experiencia realizada, marque la respuesta correcta y responda:

A- Luego de agregar los 5 g iniciales de carbonato de sodio, responda:

1. ¿Queda sal sin disolverse?

SI ☐ NO ☐

2. Entonces, puede concluir que la solución está:

Insaturada ☐ Saturada ☐ Sobresaturada ☐

Justifique su respuesta:

B- Luego de agregar los 5 g adicionales de carbonato de sodio responda:

1. ¿Queda sal sin disolverse?

SI ☐ NO ☐

2. Entonces, puede concluir que la solución está:

Insaturada ☐ Saturada ☐ Sobresaturada ☐

Justifique su respuesta:

C- Luego someter la solución anterior a calentamiento responda:

1. ¿Queda soluto sin disolver?

SI ☐ NO ☐

ISBN 978-987-47159-9-9

2. Entonces, puede concluir que la solución está:

Insaturada ☐ Saturada ☐ Sobresaturada ☐

Justifique su respuesta:

D- Luego de enfriar la solución a temperatura ambiente responda:

1. El soluto permanece disuelto completamente en la solución:

SI ☐ NO ☐

2. Entonces, puede concluir que la solución está:

Insaturada ☐ Saturada ☐ Sobresaturada ☐

Justifique su respuesta:

E- Explique detalladamente lo que observó, en relación al aspecto macroscópico y la presencia o ausencia de soluto disuelto, una vez alcanzado equilibrio de solubilidad, para cada una de las soluciones preparadas.

5. CONCLUSIONES

La solubilidad del carbonató de sodio mostró una marcada dependencia de la temperatura, especialmente hasta los 40 °C.

En la curva de solubilidad se encontraron solubilidades comprendidas entre 12.5 g, a temperatura ambiente (20 °C) y 25.11 g a 80 °C.

La curva de solubilidad resulta apropiada para evaluar el efecto de la temperatura en la solubilidad de esta sal, en un amplio rango de temperatura.

El cuestionario propuesto en este trabajo se implementará a partir del siguiente período lectivo en las carreras de grado de Licenciatura y Profesorado en Ciencias Biológicas, de la UNT y se espera que, mediante el mismo, los alumnos mejoren su comprensión respecto al tema de equilibrio de solubilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E. y Burdge, J. R. (2004). *Química. La ciencia central.* Novena edición. Pearson Educación, México, 2004. 491 – 497.

Chang R. y Goldsby K. A. (2013). *Química*; revisión técnica, Rodolfo Álvarez Manzo, Silvia Ponce López - 11ª ed. - México D.F.: McGraw-Hill Education, 122 – 125, 521 - 522.

David R. Lide, ed., *CRC Handbook of Chemistry and Physics, Internet Version 2005,* <http://www.hbcpnetbase.com>, CRC Press, Boca Raton, FL, 2005. Sección 8, 16.

García-Ruiz J.M (2013). *Cristalografía en la escuela*, 1-15.

Mc Murry J. E. y Fay R. C. (2009). *Química General*. Quinta edición Pearson Educación S. A., México 2009, 409 – 411.

Petrucci R.H., Herring F. G., Madura J.D. y Bissonnette C. (2011). *Química General*. Décima edición. Pearson Educación S. A., Madrid, 2011.ISBN: 978-84-8322-680-3, 567 – 571.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1qdxGxcJx7URf7NVozJb1hKf3PBdrLxM2/view

ISBN 978-987-47159-9-9

LA ANALOGÍA DE LAS BOLEADORAS Y LOS ESTADOS DE LA MATERIA

Carolina Argüello

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Argentina.
carolinaarguellounpsjb@gmail.com

Mercedes Barquín

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Argentina. Colegio Salesiano Deán Funes, Comodoro Rivadavia, Argentina.
mercedesbarquin@yahoo.com.ar

Matías Blandi

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Argentina.
matiasblandi@gmail.com

Alfio Zambon

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Argentina.
alfiozambon@gmail.com

Resumen

En este trabajo presentaremos la analogía de las boleadoras, que puede ser una herramienta educativa eficaz para enseñar los estados de la materia y los cambios de fase en química. Las boleadoras, compuestas por bolas unidas por cuerdas o tientos, representan moléculas y fuerzas intermoleculares. En esta analogía, las bolas (moléculas) están firmemente unidas en un estado sólido, se mueven libremente en un líquido, y se dispersan en un gas. Las cuerdas simbolizan las fuerzas intermoleculares que afectan la libertad de movimiento de las bolas. Esta analogía facilitaría la comprensión al transformar conceptos abstractos en imágenes tangibles, ayudando a visualizar cómo las moléculas interactúan y cómo las variaciones en la energía (calor) influyen en el estado de la materia.

Palabras clave: *boleadoras; estados de la materia; cambios de fase; fuerzas intermoleculares; analogía.*

1. INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de la química, y de las ciencias en general, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos abstractos, suele resultar un desafío significativo. Históricamente, las analogías se han utilizado como una herramienta pedagógica eficaz para hacer que los conceptos abstractos sean más asequibles y facilitan su comprensión. En este trabajo presentamos una experiencia docente desarrollada en el marco de una clase práctica de química general, puntualmente para la explicación del tema “estados de la materia” donde empleamos la estrategia que denominamos “Analogía de las boleadoras”.

La comprensión de cómo las moléculas interactúan y se comportan en diferentes condiciones requiere no solo el dominio de principios teóricos complejos, sino también, de la capacidad de imaginar como fenómenos en el dominio atómico-molecular, inaccesible a simple vista, pero que explica cambios observables a nivel macroscópico. En este contexto, la analogía de las boleadoras ofrece un enfoque novedoso para enseñar los estados de la materia y los cambios de fase.

También reflexionaremos acerca de la importancia de las analogías en la enseñanza de la ciencia, y de la química en particular, repasamos la manera clásica de presentar esos temas en los libros más empleados, describimos las boleadoras, una herramienta tradicional utilizada en América del Sur para la caza y la captura de

animales y presentamos una analogía entre las boleadoras y las características de los estados de la materia, y los cambios entre los mismos y su fertilidad al proporcionar una visualización concreta de fenómenos abstractos.

Además, se discutirá cómo la analogía puede ser integrada en la práctica pedagógica y las posibles adaptaciones necesarias para abordar sus limitaciones intrínsecas. El objetivo principal es proporcionar una perspectiva crítica sobre el uso de analogías en la educación química y evaluar el potencial de la analogía de las boleadoras como herramienta didáctica.

2. EL RAZONAMIENTO POR ANALOGÍA

Las analogías son comparaciones entre dos dominios, uno conocido, el análogo o base y otro nuevo o parcialmente nuevo, el objeto u objetivo (Duit, 1991). Las mismas son una herramienta poderosa como recurso didáctico para promover la comprensión y transferencia conceptual en ciencia, tecnología, ingeniería, matemática y otros campos (Gray y Holyoak, 2021). Permiten comunicar conceptos nuevos y abstractos, ya que posibilitan que los conocimientos que posee el estudiante sobre un área conocida se transfieran a otra desconocida, facilitando la visualización de este nuevo dominio desconocido y a veces abstracto.

Algunas de las analogías utilizadas en la enseñanza de la química, son, por ejemplo, para la construcción cualitativa de las moléculas en el modelo cinético-molecular el empleo de representaciones mediante círculos o esferas, y otras a través de análogos presentes en la vida cotidiana tales como lentejas, palomitas de maíz y pelotas de tenis. La utilización de dichos materiales, como analogías, tenían como objetivo facilitar la comprensión de los conceptos relacionados con el comportamiento físico de la materia y ayudar a los estudiantes a construir un modelo que resulte más claro y accesible (Oliva y Aragón, 2007).

Un punto a tener en cuenta, es que resulta importante que las analogías se utilicen con cuidado y se reconozca que no son perfectas; siempre hay limitaciones y diferencias entre la analogía y el concepto químico. Sin embargo, cuando se aplican correctamente, las analogías son una estrategia potente para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en química.

En la enseñanza de la química se suelen emplear múltiples analogías para ilustrar contenidos: estequiometría (Raviolo y Lerzo, 2016; Ferry y Assis, 2024), equilibrio químico (Raviolo y Garritz, 2007), estados de agregación (Rubio, Sánchez y Valcárcel, 2018).

3. INTRODUCCIÓN A LOS ESTADOS DE LA MATERIA EN LOS LIBROS MÁS EMPLEADOS

Los libros más empleados en la materia son Chang y Goldsby (2017) y Whitten *et al* (2015), presentan el tema “estados de la materia” de manera bastante similar (aunque cada autor tiene sus particularidades). En líneas generales, el tema se introduce con la descripción de las tres fases principales: sólido, líquido y gas. Se explican las propiedades macroscópicas y microscópicas de cada estado, así como las diferencias en términos de organización molecular y energía. Chang suele dedicar secciones detalladas a las propiedades de cada estado. Para sólidos se enfocan en la estructura cristalina y la rigidez; para líquidos en la fluidez y la viscosidad; y para gases en la expansión y la compresibilidad. Se utiliza un enfoque cuantitativo para relacionar las propiedades con el comportamiento de las partículas a nivel molecular, en tanto Whitten también aborda estas propiedades, pero a menudo con un enfoque adicional en la teoría cinética de gases y cómo las propiedades macroscópicas emergen del comportamiento molecular. Ambos libros dedican una sección a las transiciones de fase, como la fusión, la ebullición y la sublimación, donde se explica cómo estas transiciones están relacionadas con el cambio en la energía de las partículas y las fuerzas intermoleculares. También se abordan la teoría cinético-molecular, los diagramas de fase, se incluyen ejemplos prácticos y las aplicaciones de los conceptos discutidos. Utilizan una variedad de recursos didácticos como diagramas, gráficos y ejercicios. No se presenta ninguna analogía específica como la “Analogía de las boleadoras” expuesta en este trabajo.

ISBN 978-987-47159-9-9

4. LA ANALOGÍA DE LAS BOLEADORAS

Las boleadoras son armas/instrumentos de caza ampliamente utilizadas en América por nativos en toda su extensión, las mismas fueron variando en su forma y diseños y, por lo tanto, tenían diversas funciones y objetivos (Hernández, 2002); posteriormente fueron adoptadas, modificadas y empleadas por los gauchos. Constan de tres partes fundamentales; dos o tres rocas en forma de bolas, por lo general esféricas y pulidas, con cierto peso, y de hasta aproximadamente 10 cm de diámetro (habiendo de menor diámetro y siendo las más habituales de entre 40 mm y 70 mm de diámetro) (Prieto, 2020). Las bolas se encuentran unidas por tientos que son cueros y tendones (antes de guanaco y ñandúes y posteriormente de ganado vacuno), en algunos casos en un surco en las rocas mencionadas y en otros envueltos en ¨retobos¨ o cueros formando un cobertor de las rocas y a los cuales se le trenzan esos tientos, logrando quedar a cierta distancia del manipulador. Representan una tradición que ha sido transmitida de generación en generación y constituye parte del acervo cultural de la región. En la FIGURA 1 se muestra la secuencia de producción de boleadoras (Prieto, 2020).

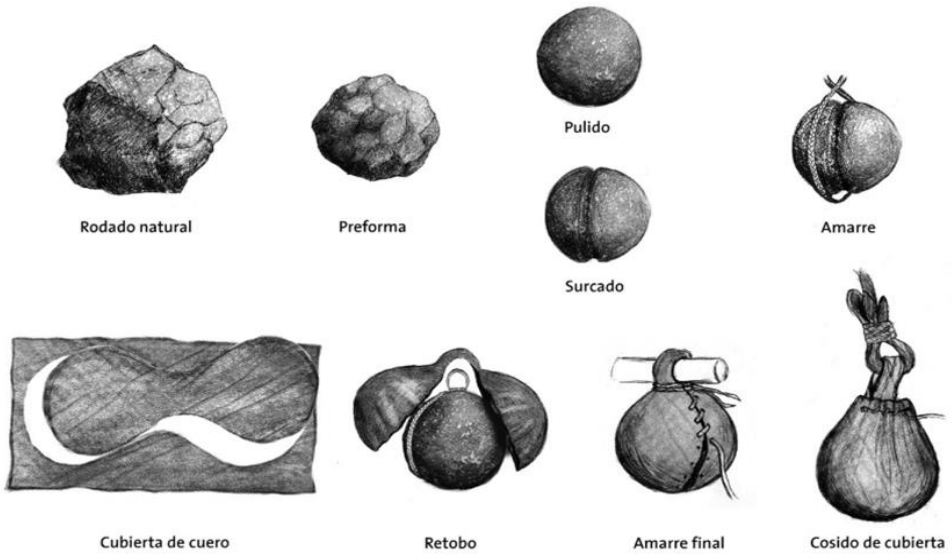


FIGURA 1. *Secuencia producción boleadoras. Antigüedad, modos de uso y fabricación de bolas y boleadoras en Patagonia Austral. Elaborado a partir de Saubidet, T. (1948). Vocabulario y refranero criollo. Buenos Aires: Kraft. Prieto, A (2020).*

Para la práctica docente específica se emplearon dos juegos de boleadoras: uno de decoración, de tamaño mucho menor, y otro similar a los empleados para la caza o manejo ganadero. Mientras se desarrolló la explicación un docente mantuvo el primer juego con los tientos dentro de la mano, de manera de mostrar un movimiento mínimo de las bolas (buscando una analogía al estado sólido), para de a poco “aflojar” los tientos de manera de aumentar la movilidad, según se observa en la FIGURA 2.



FIGURA 2. *Secuencia de fotos similar a las mostradas en clase.*

ISBN 978-987-47159-9-9

En esta analogía, consideremos a las bolas como moléculas, a los retobos como superficies moleculares y a los tientos como las fuerzas intermoleculares que mantienen todo unido. Esto permite realizar y representar la analogía con los estados de la materia. En el estado sólido, donde los movimientos moleculares son pequeños y sus moléculas presentan un orden, se puede visualizar acortando los tientos lo máximo posible. Al darle un poco más de libertad podemos pasar al estado líquido donde las moléculas no se encuentran tan cerca y no están tan ordenadas. Cuando los tientos están en su máxima longitud tenemos el estado gaseoso. En tanto que los cambios de fase pueden relacionarse del siguiente modo:

- *Fusión:* pensando cómo las bolas (moléculas) en el estado sólido, cuando se les da suficiente energía (calor), empiezan a moverse más libremente y las cuerdas o tientos (fuerzas intermoleculares) se estiran un poco. Esto representa el proceso de fusión, donde el sólido se convierte en líquido. Las bolas (moléculas) todavía están conectadas, pero tienen más libertad de movimiento.
- *Ebullición:* A medida que se añade más energía (calor) al líquido, las bolas (moléculas) se separan aún más y las cuerdas (fuerzas intermoleculares) se separan al máximo. Este proceso, donde el líquido se convierte en gas, las bolas (moléculas) se mueven libremente en el espacio disponible, y las fuerzas intermoleculares son mínimas.
- *Condensación:* Cuando se reduce la energía (se enfría), las bolas (moléculas) en el estado gaseoso empiezan a acercarse de nuevo, y las cuerdas (fuerzas intermoleculares) comienzan a tener un impacto mayor, atrapando a las bolas en un espacio más reducido, donde el gas se convierte en líquido.
- *Solidificación:* si se continúa reduciendo la energía, las bolas (moléculas) se organizan en una estructura fija y las cuerdas (fuerzas intermoleculares) se vuelven firmes, formando un sólido.

También es posible representar los cambios de volumen y presión:

- *Aumento de la presión en un gas*: Si se reduce el espacio donde las bolas (moléculas) pueden moverse, es como aumentar la presión sobre un gas. Las bolas se acercan más y las cuerdas (fuerzas intermoleculares) empiezan a tener un efecto más notable.
- *Expansión de un gas:* Cuando el espacio disponible para las bolas (moléculas) aumenta, se comportan como un gas en expansión. Las cuerdas (fuerzas intermoleculares) se estiran más y el gas se expande para llenar el espacio disponible.

Esta analogía ayuda a visualizar cómo las moléculas y las fuerzas intermoleculares interactúan en diferentes estados de la materia y cómo los cambios en la energía afectan estos estados. Es por ello, que podría referenciarse a las bolas como las moléculas, a los tientos con las fuerzas intermoleculares y a los retobos como las superficies de interacción de las mismas. Donde se puede analizar, por ejemplo, el movimiento enérgico (estado gaseoso) de las mismas ante una agitación (entrega de energía), y como estos estados van cambiando, análogamente a estado líquido o sólido a medida que el manipulador, en la práctica controla los movimientos de las boleadoras, es decir le aumenta o le resta energía, lo que posibilita representar de manera análoga, como las moléculas pierden o ceden energía.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Del Mar Aragón, Oliva y Navarrete (2010), con el fin de facilitar la comprensión de las interacciones atómica y molecular, dentro de la secuencia didáctica que propusieron, utilizaron bolas de plastilina imantadas. Esto permitió hacer conceptos abstractos más accesibles dado que la manipulación de los objetos les permitió trabajar lo concreto, en este caso la atracción entre las bolas cuando se acercaban o alejaban. Los autores mencionan que, si bien esta analogía presenta ventajas, tiene limitaciones, como que puede no representar la complejidad de las interacciones atómicas y moleculares. En este caso, la adhesión es física, por lo que puede llevar a generar malentendidos acerca de la naturaleza de los enlaces químicos e interacciones intermoleculares.

En el caso de la analogía de las boleadoras, sucedería algo similar, ya que las interacciones intermoleculares quedan representadas por los tientos unidos a las bolas (moléculas). Otra desventaja mencionada es la puede llegar a ser la necesidad de tener que contar con un modelo físico para lograr la comprensión de conceptos químicos de manera abstracta. La simplificación excesiva, puede llegar a ser otro inconveniente, dado que las interacciones químicas no son tan simples como mover bolas o acortar o alargar los

ISBN 978-987-47159-9-9

tientos en nuestro caso. Los autores indican la importancia de complementar el uso de las analogías con explicaciones teóricas y otros métodos de enseñanza.

Utilizar la analogía de las boleadoras para explicar los estados de la materia y los cambios de fase puede ser muy útil, presentando algunas ventajas y limitaciones. Entre las ventajas, facilita la comprensión de los estados de la materia y cambios de fase al ofrecer una visualización concreta. Además, permite relacionar conceptos abstractos con elementos tangibles, lo que beneficia especialmente a estudiantes con antecedentes culturales o experiencias previas que incluyen las boleadoras. En nuestra Universidad, muchos alumnos están familiarizados con esta herramienta, ya que era utilizada por los pueblos originarios de la región (como los Tehuelches) y sigue siendo parte del acervo cultural y cotidiano en áreas rurales. Esta conexión cultural enriquece el aprendizaje y fomenta la apropiación del conocimiento desde una perspectiva local y contextualizada.

Es necesario resaltar que la analogía presenta limitaciones significativas que deben ser consideradas para evitar malentendidos o simplificaciones excesivas. Una de las principales limitaciones radica en su carácter estático, que no refleja la naturaleza dinámica y compleja de las interacciones moleculares. Las moléculas no solo interactúan mediante fuerzas intermoleculares lineales, sino que estas fuerzas varían en magnitud y acción según la distancia y el entorno, aspectos que la analogía no logra capturar completamente, como las fuerzas de Van der Waals e interacciones que son mucho más complejas que las interacciones representadas por los tientos de las boleadoras. Otra limitación relevante es el riesgo de interpretaciones erróneas por parte de los estudiantes. Existe la posibilidad de que extrapolen el modelo a contextos inapropiados o que no comprendan plenamente las diferencias entre las características de las moléculas en un entorno experimental con las representaciones de la analogía. Además, la efectividad de la analogía puede disminuir en estudiantes sin familiaridad previa con las boleadoras, como aquellos provenientes de contextos urbanos donde esta herramienta no es parte de la experiencia cultural.

Por tanto, consideramos que la analogía de las boleadoras es una estrategia valiosa para el proceso de enseñanza-aprendizaje en cursos introductorios de química general, pero que debe ser empleada con cuidado, limitando su uso a etapas iniciales y es esencial complementarla con explicaciones más precisas y modelos dinámicos que aborden con mayor precisión la complejidad de las interacciones moleculares.

6. PROYECCIONES Y PERSPECTIVAS

Los resultados preliminares obtenidos en la implementación de la analogía de las boleadoras han sido alentadores. La retroalimentación de los estudiantes en clases posteriores y durante las consultas fue positiva, indicando que la herramienta cumplió su función como un recurso inicial para facilitar la comprensión de los estados de la materia y los cambios de fase.

Como proyección para el próximo año, planeamos realizar una experiencia articulada con alumnos del último año del nivel secundario, quienes tendrán la oportunidad de interactuar con la analogía en un entorno educativo diseñado específicamente para ello. Esta experiencia permitirá explorar cómo los estudiantes de secundaria integran el concepto y lo trasladan a situaciones más complejas, reforzando su preparación para el nivel universitario. Asimismo, proponemos diseñar actividades complementarias que aborden las limitaciones de la analogía. Por ejemplo, la incorporación de simulaciones computacionales o modelos dinámicos podría contrastar el carácter estático de las boleadoras con la naturaleza dinámica de los sistemas moleculares. Estas herramientas permitirán una transición más fluida entre las analogías y los modelos científicos complejos.

Finalmente, tenemos previsto realizar un análisis comparativo entre diferentes analogías utilizadas en la enseñanza de los estados de la materia, evaluando su efectividad en distintos contextos educativos y publicar los resultados. Este estudio contribuirá no solo a mejorar la práctica pedagógica, sino también a enriquecer el debate académico sobre el uso de analogías en la enseñanza de la química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chang, R y Goldsby, K. A. (2017). Química (12a. ed.). McGraw-Hill Interamericana.

del Mar Aragón, M., Oliva, J. M., y Navarrete, A. (2010). Analogías y modelización en la enseñanza del cambio químico. *Investigación en la Escuela*, (*71*), 93-114. https://doi.org/10.12795/ IE.2010.i71.08

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science, *Science Education*, *75*(6), 649-672. https://doi.org/10.1002/sce.3730750606-

Ferry, A. da S. y Assis, L. P. de (2024) Análisis Estructural de una Analogía para la Enseñanza de la Estequiometría Química: posibilidades y limitaciones. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 21*(1), 1202. https://doi.org/10.25267/ Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1202.

Gray, M. E., y Holyoak, K. J. (2021). Teaching by analogy: From theory to practice. *Mind, Brain, and Education*, *15*(3), 250-263. https://doi.org/10.1111/mbe.12288

Hernández, J. (2002). Hondas y boleadoras en la América hispana. *Anales del Museo de América*, *10*, 113-136. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1433217.

Oliva, J. M., y Aragón, M. M. (2007). Pensamiento analógico y construcción de un modelo molecular para la materia. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, *4*(1), 21-41. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92040103

Prieto, A. (2020). *Antigüedad, modos de uso y fabricación de bolas y boleadoras en Patagonia Austral. Consideraciones a partir de una colección del Museo Regional de Magallanes.* Bajo la lupa, Subdirección de Investigación, Servicio Nacional del Patrimonio Cultural. https://www.museodemagallanes.gob.cl/sitio/Contenido/Objeto-de-Coleccion-Digital/98568:Antig-edad-modos-de-uso-y-fabricacion-de-bolas-y-boleadoras-en-Patagonia-Austral

Raviolo, A. y Garritz, A. (2007). Analogías en la enseñanza del equilibrio químico. *Educación química*, *18*(1), 15-28. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2007.1.65973

Raviolo, A. y Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación Química* (México), *27*(3), 195-204. https://doi.org/ 10.1016/j.eq.2016.04.003.

Rubio, J., Sánchez, G. y Valcárcel, M.V. (2018). Percepción de profesores y estudiantes de 3. ESO sobre el uso de analogías en el estudio de los estados de agregación de la materia. *Revista Eureka*, *15*(2), 1-15. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2104.

Whitten, K. W; Davis, R. E; Larry Peck, M y Stanley, G. G. (2015). Química, 10 ed. México, Cengage Learning Editores.

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1CW-24SS457vTJG9sAzIqiclKE92Ltj4o/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.26

ESTRATEGIAS DE AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE EN QUÍMICA INORGÁNICA: UNA EXPERIENCIA DE INTERVENCIÓN EN EL AULA

María Soledad Islas

Departamento de Química y Bioquímica (DQyB) - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN)- Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), 7600 Mar del Plata, Argentina.
msislas@mdp.edu.ar

María Basilisa García

Departamento de Educación Científica (DEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), 7600 Mar del Plata, Argentina.
bagarcia@mdp.edu.ar

Resumen

Se presentan los resultados de una intervención pedagógica realizada en la materia Química Inorgánica de la FCEyN-UNMdP, con el objetivo de promover la autorregulación del aprendizaje en los estudiantes. Se implementó un conjunto de actividades en formato "tarjeta de salida" durante cuatro semanas, con el fin de fomentar la reflexión, la metacognición, la organización y la autonomía del aprendizaje. Las actividades consistieron en breves preguntas que los estudiantes debían responder por escrito al final de cada clase. Se analizaron las respuestas de los estudiantes y se proporcionó retroalimentación en la clase siguiente, promoviendo la reflexión grupal y el compartir experiencias de aprendizaje. Los resultados mostraron que la intervención tuvo una buena repercusión en los estudiantes, quienes destacaron la importancia de las actividades para la identificación de metas, la construcción de estrategias de aprendizaje y la mejora del desempeño académico. Se observó un desarrollo de procesos de autorregulación del aprendizaje a lo largo del curso, y se evidenció que las actividades en formato "tarjeta de salida" son una herramienta útil para promover la autorregulación del aprendizaje en el aula.

Palabras clave: *evaluación; autorregulación; autopercepción; aprendizaje autónomo; Química Inorgánica.*

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito educativo, la autorregulación del aprendizaje ha cobrado relevancia como una habilidad clave para desarrollar estudiantes autónomos y responsables. Diversos autores han destacado la importancia de que los estudiantes gestionen sus propios procesos cognitivos, emocionales, contextuales y conductuales para alcanzar sus metas académicas. Este trabajo busca analizar cómo el diseño e implementación de estrategias pedagógicas centradas en la promoción de la reflexión y la evaluación formativa en la enseñanza de la Química Inorgánica pueden fomentar el aprendizaje autónomo en los estudiantes.

Existen diferentes líneas de investigación que han abordado el estudio de la autorregulación, interpretándola con diferentes matices. Por ejemplo, para Alexander (2006) la autorregulación implica el monitoreo cognitivo, la evaluación del comportamiento, la motivación y el entorno de los propios aprendizajes. Zimmerman (2000) la define como pensamientos, sentimientos y acciones que se adaptan para alcanzar metas personales. Pintrich (2000) propone un modelo en el que el estudiante gestiona la planificación, el monitoreo, control y evaluación en áreas cognitivas, motivacionales y contextuales, de manera dinámica y simultánea. Más allá de estas diferentes perspectivas, se sabe que formar estudiantes autónomos es central ya que esta capacidad es predictiva del rendimiento académico y dadas las demandas que la sociedad actual requiere para los futuros profesionales. Una de las capacidades que intervienen en la promoción de la autorregulación que permita controlar metas, estrategias y emociones en las tareas académicas (Garello y Rinaudo, 2012) es la habilidad para reflexionar de manera crítica. Se sabe que la reflexión facilita la transferencia del conocimiento a nuevos contextos y fomenta la autonomía (Pozo y Mateos, 2009). En el ámbito universitario se da por hecho

ISBN 978-987-47159-9-9

que los estudiantes han desarrollado la capacidad de reflexionar de manera autónoma; sin embargo, algunos estudios han demostrado que esta competencia es parte de un proceso y debe enseñarse (Furman, 2021) de manera tal que todos los estudiantes se comprometan con su aprendizaje.

Para enseñar autorregulación, es necesario hacerlo a partir de tareas específicas que permitan a los estudiantes dominar contenidos y conocer las estrategias utilizadas. Garelo y Rinaudo (2012) señalan que esto implica ayudar a los estudiantes a construir conocimientos generales y metacognitivos aplicables en la ejecución de tareas. La enseñanza de la autorregulación debe partir de actividades que favorezcan la construcción de contenidos disciplinares y metacognitivos. El contexto enriquece o inhibe la autorregulación, ya que los estudiantes necesitan un ambiente que los motive a involucrarse reflexivamente en las actividades de aprendizaje (Butler, 2010).

Por lo enunciado anteriormente, se requiere el diseño de estrategias de enseñanza de la Química Inorgánica que aborden estos aspectos, de manera de promover el aprendizaje autorregulado. Para ello, una herramienta importante puede ser la evaluación formativa, una evaluación para la autorregulación.

La evaluación en este trabajo se entiende como una herramienta que no solo mide resultados, sino que influye en qué y cómo se enseña, y en cómo aprenden los estudiantes (Sanmartí, 2011). Huertas (2009) resalta la importancia de evaluar para el aprendizaje, permitiendo que los estudiantes aprendan de forma más autónoma. La "*evaluación para el aprendizaje*" es un proceso continuo que brinda retroalimentación tanto a estudiantes como a docentes, ayudando a los primeros a reconocer su progreso y fomentar la metacognición (Anijovich y Capeletti, 2017). También permite a los docentes ajustar su enseñanza según los resultados. En su sentido amplio, la evaluación ayuda a superar dificultades al identificar las causas de los errores, promoviendo la comprensión del por qué no se entiende (Sanmartí, 2011).

En resumen, crear un contexto que favorezca la autorregulación del aprendizaje mediante la evaluación contínua para fomentar la reflexión y la metacognición, así como retroalimentar el proceso de enseñanza y aprendizaje, son temas actuales que podemos aplicar en nuestras aulas, incluso en educación superior. Este trabajo busca estudiar cómo el diseño e implementación de estrategias de enseñanza que promuevan la autorregulación mejora el aprendizaje y la autonomía de los estudiantes de Química Inorgánica en la FCEyN de la UNMdP.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Sujetos de la intervención

La intervención se realizó en el curso de Química Inorgánica de 26 estudiantes durante el año 2022, todos inscriptos en la carrera de bioquímica. Dado que la intervención se realizaba principalmente en una de las tres clases de seminarios no obligatorias, el número de estudiantes que participaron en al menos una de las actividades fue de 17, es decir, alrededor del 65% del total de inscriptos iniciales. Se informó a todos los estudiantes, quienes expresaron su consentimiento en la participación de este proyecto de intervención.

2.2. Descripción del Instrumento: Tarjetas de salida

Con el fin de favorecer la reflexión, la metacognición, la organización y la autonomía del aprendizaje, se realizaron durante 4 semanas consecutivas las 4 actividades en formato “tarjeta de salida” (Furman, 2021) que constaron de breves preguntas para que los estudiantes reflexionen y puedan, a su vez, seguir su propio proceso de aprendizaje. Brevemente, se daba una consigna al inicio de la clase para que respondieran los estudiantes y la entregaran por escrito antes de retirarse. Esas respuestas se procesaban y presentaban la semana siguiente, realizando una puesta en común compartiendo las reflexiones de cada estudiante y las opiniones de sus compañeros. Las consignas fueron: 1) Una idea clara que me llevo de la clase, 2) ¿qué cosas me faltarían repasar para entender mejor esta materia?, 3) Hacer una lista de los temas que te van a evaluar en el próximo parcialito y que todavía no tenés claros o que te falta profundizar, 4) Escribir 10 palabras que sean representativas de tu aprendizaje la semana pasada.

ISBN 978-987-47159-9-9

2.3. Evaluación de la intervención

Se realizó un cuestionario hacia el final de la actividad en la que se realizaron varias preguntas, aquí se analizan dos preguntas que fueron respondidas por 12 estudiantes: a) ¿En cuántas actividades para ayudar a ver qué aprendemos y cómo aprendemos participaste? b) Si participaste en al menos una, ¿Crees que te aportó algo?: Si ¿Qué cosa?, No ¿por qué?

3. RESULTADOS

Las siguientes secciones recopilan las respuestas obtenidas por parte de los estudiantes a cada consigna dada mediante el instrumento de "tarjetas de salida" y la devolución acerca de esas respuestas que se daba como devolución en la semana siguiente a cada actividad. A continuación, se describen y analizan cada una de las cuatro actividades.

3.1. Actividad 1: Una idea clara que me llevo de la clase

En esta actividad participaron 16 estudiantes, cuyas respuestas se clasificaron en tres grupos según su complejidad (Tabla I). El primer grupo incluía frases incompletas, como títulos de temas, sin explicación, lo que dificultaba su utilidad para estudiar. El segundo grupo contenía ideas útiles como "ayudamemoria", con enunciados simples pero superficiales, que no conectaban conceptos y podían generar conocimiento inerte. El tercer grupo reflejaba ideas más complejas, mostrando interacción entre varios conceptos, lo que favorece un aprendizaje significativo. A partir de esto, se reflexionó en la semana siguiente acerca de qué tipos de enunciados serían más deseables escribir mostrando ejemplos (anónimos) que habían escrito ellos o sus compañeros.

TABLA I. *Respuestas obtenidas por parte de los estudiantes, agrupadas de acuerdo con su complejidad.*

Complejidad baja	*Complejidad intermedia*	*Complejidad alta*
● Estructura y número de oxidación del tiosulfato y tetrationato	● El prefijo TIO significa azufre ● El peróxido es O_2^{-2} y no O^-	● Un volumen representa la cantidad de litros de O_2 que se forman por litro de agua oxigenada ● En una molécula, cuando un elemento está unido a otro de su misma especie, el estado de oxidación es cero
● En que medios se favorece la reducción y la oxidación del agua oxigenada ● Aprendí sobre cómo se lleva a cabo la formación del tiosulfato	● La plata [+1] reacciona con la luz (es fotosensible) ● Muchas sales de sulfuro son insolubles en agua ● El SO_2 en agua me da H_2SO_3 que es inestable y da HSO_3^- y SO_3^{-2}	● El agua oxigenada suele ser oxidante en medio ácido y reductora en medio básico, sin embargo, puede no ser así, ya que depende de la especie a la que se enfrente, por ejemplo, con el MnO_4^- actúa como reductor en medio ácido. ● […] Según el pH […] puede obtenerse SO_2/H_2SO_3, HSO_3^- o SO_3^{-2}. Además, son especies equivalentes con S^{+4} y poder reductor

3.2. Actividad 2: ¿Qué cosas necesitaría para entender mejor esta clase?

Esta actividad fue entregada por 12 estudiantes y se realizó luego de haber visto un bajo desempeño en evaluaciones sumativas semanales en temáticas propias de una materia anterior (Química General). Las respuestas se analizaron y se mostró una selección de ellas a la semana siguiente para poder realizar una reflexión grupal. Ejemplos de las respuestas son las siguientes: "No llego a entender bien el laboratorio y no puedo resolver el parcialito", "[me falta] saber qué elemento va con qué", "Repasar los distintos estados de oxidación (…) de acuerdo con la ubicación en la tabla periódica", "me faltaría saber cuándo una reacción es redox, de desplazamiento, neutralización, etc.", "me gustaría saber toda la nomenclatura de las especies sin tener que pensar tanto, tenerlo más familiarizado", "necesitaría haber leído un poco más de la teoría (…) antes del seminario", "Me faltaría repasar hibridación y nomenclatura". A partir de estos comentarios, las docentes realizamos dos acciones, la primera fue enumerar cuáles eran los contenidos claves que se esperaba que

ISBN 978-987-47159-9-9

hubieran aprendido en la materia anterior, a saber: Nomenclatura, predicción de comportamientos de compuestos, clasificación y balanceo de ecuaciones, realización de cálculos estequiométricos. Así, se contribuyó a fijar una meta, de aprendizaje lo que resulta central para el logro de los aprendizajes autorregulados (Garello y Rinaudo, 2012). La segunda acción fue generar y ofrecer material de repaso de esos temas, con posibilidad que entregaran o consultaran las dudas. De esta manera, se contribuye a que los estudiantes diseñen una estrategia a partir de un propósito o una meta explícita (Alexander, 2006).

3.3. Actividad 3: Hacer una lista de los temas que te van a evaluar en el próximo parcialito y que todavía no tenés claros o que te falta profundizar

Continuando con el bajo rendimiento en las evaluaciones sumativas parciales semanales, la actividad de esa semana apuntó a la organización y fue realizada por 11 estudiantes. Nuevamente, se solicita una actividad que requiere el establecimiento de metas y la puesta en función de estrategias (Garello y Rinaudo, 2012). Al respecto, se obtuvieron opiniones relacionadas a los temas que se venían tratando la semana anterior, es decir, que las metas planteadas anteriormente se encontraban aún en proceso de ser alcanzadas. Por ejemplo: “Me falta practicar redox, tardo mucho en hacerlas”, “[me falta] Elegir reacciones que ejemplifiquen el carácter oxidante/reductor” “Tal vez debería repasar un poco cómo balancear la ecuación molecular para evitar tener cargas sueltas”, “[Me falta] Reconocer a que estado de oxidación pasará un elemento cuando tiene varias posibilidades” o “[Me falta] asignar y detectar los estados de oxidación con los que actúan ciertos elementos”, “[Me falta repasar] Nombres de la mayoría de los compuestos” o “Repasar nomenclatura”. Estos puntos, están relacionados con las dificultades típicas de la disciplina, ya que se trata de información abstracta con un lenguaje o terminología propia, justamente, poder nombrar un compuesto o saber nomenclatura están relacionados al lenguaje propio de esta ciencia.

Por otro lado, aparecieron también temas nuevos que sí estaban relacionados a la materia; es decir, temas que habían sido tratados en esas semanas, pero que aun no habían sido aprendidos. Dentro del modelo de aprendizaje autorregulado (Pintrich, 2000; Garello y Rinaudo, 2012) se ve explícitamente la fase de monitoreo y control, en la que los estudiantes toman conciencia de la cognición, y de las valoraciones sobre su desempeño en tareas, lo que posteriormente les permitirá ajustar sus modos de aprender. Ejemplos de este monitoreo, son las siguientes: “A veces no tengo en claro las familias de compuestos que están en equilibrio y saber cuáles van a predominar (…) en distintos medios” o “tengo que repasar cómo se presentan las especies dependiendo del medio” , “[tengo que repasar] las características de los anfóteros”, “[Me falta repasar] experiencias que muestran comportamientos típicos [y no pude ir a la teoría]”, (lo que muestra en estos casos el indicio de la aplicación de una estrategia para superar las dificultades: el repaso), “[Me cuesta] Identificar los estados de agregación de los productos” o “saber los estados de agregación de las reacciones”, “Me falta entender la formación de complejos, que cargas quedan, cómo balancearlo”, “Sería interesante investigar por qué el HCl si reacciona con el Al_2O_3 mientras que el HNO_3 no lo hace”. Este tipo de contenidos son los propios de esa semana por lo que organizarlos resulta de mucha utilidad.

Particularmente llamaron la atención los siguientes comentarios: “[Me faltaría] Saber los colores de cada reactivo/producto”, “memorizar colores y cambios observables”, “Saber qué cambios de colores (…) voy a observar al final de la reacción”, “memorizar todos los cambios que ocurren”. Estos en particular llaman la atención porque hacen referencia a cosas que “*hay que memorizar*”. La importancia de recordar colores o caracteres físicos es característico de la química descriptiva (Zuckerman, 1986), y tiene su fundamento en la necesidad de saber qué esperar de una reacción en el laboratorio (un cambio de coloración, desprendimiento de un gas, etc.). Si se sabe lo que se espera, y esto no ocurre, se puede repetir o buscar una explicación a aquello no esperado, y dado que la mayoría de las veces no es posible repetir un experimento en otra fecha, es necesario que los estudiantes estén preparados antes de realizar el experimento correspondiente. Por lo tanto, si bien el aprendizaje memorístico no suele perdurar en el tiempo, es el más utilizado en este tipo de situaciones y tiene importancia a la hora de realizar trabajo experimental.

3.4. Actividad 4: Escribir 10 palabras que sean representativas de tu aprendizaje la semana pasada

En esta actividad de la que participaron 13 estudiantes se buscó reflexionar acerca de lo aprendido. Cada uno debía elaborar una lista de 10 palabras que fueran representativas del aprendizaje de la semana

ISBN 978-987-47159-9-9

anterior. Luego con esas palabras se elaboró una nube de palabras (FIGURA 1) en la que los vocablos que se repiten mayormente aparecen con un mayor tamaño.

La mayoría de los vocablos corresponden a sustantivos, entre paréntesis se indican el número de repeticiones para la misma palabra. Por ejemplo: Anfotericidad (11), Clarificante (6), Ellingham (5), Aluminato (5), Pasivación (4), entre las más repetidas. También aparecen conceptos que se unificaron en una sola palabra, como: DiferenciarCarbonatosBicarbonatos (3), InestabilidadBicarbonato (3), ÓxidosHidratados (2), ActivarAluminio (2), DescomposiciónTérmica (2), entre otras.

Llama la atención la poca presencia de palabras relacionadas a sentimientos. Si bien la consigna era amplia "palabras que representaran tu aprendizaje…", solo aparecen las palabras: útil (1), Comodidad (1) y Entretenido (1), mientras que predominan palabras y conceptos específicos de la materia. Esto está relacionado con la sub-representación de actividades afectivas destinadas a enfrentar aquellos sentimientos que surgen durante el aprendizaje (Vermunt, 1996) en comparación con la sobrerrepresentación de actividades de procesamiento cognitivo a las cuales el estudiante está acostumbrado. Como mencionan Garello y Rinaudo (2012), los conocimientos y creencias se construyen con la integración de la dimensión cognitiva, afectiva y emocional. Las creencias motivacionales positivas, realistas y estimulantes propician un desempeño autorregulado. Si bien sólo aparecieron tres palabras no relacionadas directamente a los contenidos, podemos ubicarlas dentro de este grupo de palabras positivas, lo que indicaría que el contexto resultaría favorable para el aprendizaje.



FIGURA 1. *Nube de palabras formada, el tamaño de los vocablos se corresponde con el número de veces que esa palabra se repitió entre los diferentes estudiantes.*

3.5. Análisis general de las respuestas

Se analizaron las respuestas dadas por los estudiantes a las dos primeras actividades, categorizando desde los cuatro dominios que describe Zimmerman (2000) como los principales componentes del aprendizaje autorregulado. Los registros obtenidos de manera conjunta.

Principales resultados:

3.5.1. Dominio Conceptual (C): *Comprender:* Muchos estudiantes demostraron comprender conceptos importantes relacionados con la química, como el estado de oxidación, la influencia del medio en la oxidación/reducción del H_2O_2, y la formación del tiosulfato y tetrationato. Ejemplo: "En una molécula, cuando un elemento está unido a otro de su misma especie, el estado de oxidación es 0". *Aplicar:* Algunos estudiantes mostraron dificultades para aplicar estos conceptos a situaciones específicas, como predecir productos de reacción o identificar tipos de reacciones. Ejemplo: "Repasar redox. Lograr formar los productos de las reacciones (saber que elemento va con que)". *Analizar:* Se observó un nivel de análisis limitado, con pocos estudiantes elaborando sobre las implicaciones de los conceptos o estableciendo conexiones entre diferentes ideas. "Las especies de azufre oxigenadas en solución se encuentran en equilibrio entre sí, depende de la acidez o basicidad del medio esas especies se encuentran más protonadas o menos protonadas".

3.5.2. Dominio Procedimental (P): *Habilidades:* La mayoría de los estudiantes demostraron habilidades básicas de resolución de problemas, como aplicar reglas para determinar el estado de oxidación. "Aprendí como el medio (básico o alcalino) influye a que sustancias como el H_2O_2 actúa como reductor/oxidante. *Estrategias:* Se

ISBN 978-987-47159-9-9

observó la necesidad de fortalecer estrategias para abordar problemas más complejos, como la predicción de productos de reacción. " Para comprender mejor la materia me faltaría saber cuándo una reacción es redox, cuando desplazamiento, neutralización, etc.". *Recursos:* Muchos estudiantes reconocieron la necesidad de repasar conceptos previos, como estequiometría, nomenclatura y tipos de reacciones. "Necesitaría repasar estequiometría para tenerlo más fresco. Tener más conocimiento sobre reacciones redox."

3.5.3. Dominio Metacognitivo (M): *Monitoreo:* Los estudiantes mostraron conciencia de sus propias dificultades de aprendizaje, como la comprensión de la nomenclatura y las reacciones complejas. "Me pasa para el laboratorio de no llegar bien a entender entonces en el parcialito no puedo resolverlo correctamente". *Reflexión:* Algunos estudiantes reconocieron la necesidad de estrategias para mejorar su aprendizaje, como repasar la teoría antes de clase o buscar ejemplos en la vida real. "Yo creo que debería marcar el hábito de leer la teoría del grupo que vamos a trabajar (en este caso el 15) los domingos antes de arrancar la semana". *Autoevaluación:* Se observó una falta de autoevaluación específica sobre su propio progreso en la comprensión de los conceptos. No se encontraron ejemplos claros de autoevaluación en las respuestas.

3.5.4. Dominio Afectivo (A): *Motivación:* Algunos estudiantes mostraron interés y entusiasmo por aprender, como en la respuesta: “Me gusta el funcionamiento de la clase ya que tenemos nuestro espacio para hacer las consultas y también practicamos lo visto en teoría o TP de laboratorio". *Actitud:* Se observó una actitud positiva y colaborativa en general, con muchos estudiantes buscando apoyo para mejorar su comprensión. "Necesitaría haber leído un poco de la teoría antes de la clase para entender mejor las reacciones típicas del grupo 15". *Confianza:* Algunos estudiantes expresaron inseguridad y falta de confianza, lo que puede afectar su motivación y aprendizaje. Se observó un tono de inseguridad en algunas respuestas, como: "A veces me cuesta darme cuenta fácilmente que sucede en las reacciones, necesito procesarlo y releer varias veces".

3.6. Análisis y retroalimentación general de las actividades propuestas

En cuanto al análisis de la participación, a lo largo de las 4 actividades propuestas se recibieron 52 participaciones. De ellas, 17 estudiantes realizaron al menos una de las actividades propuestas, mientras que la mayoría (8 estudiantes, 47%) participaron en todas las actividades y solo 3 estudiantes (17%) participaron solo en una actividad. Ante la pregunta acerca del aporte de estas actividades se recibieron 12 respuestas. En general, todos los encuestados dicen que los ayudaron a organizarse en el estudio y a identificar cuáles eran los temas que tenían que repasar o que no tenían tan claras. Estas actividades son parte de la enseñanza metacognitiva (Litwin, 2016) donde los estudiantes aprenden a generar cada vez mejores procesos de pensamiento. Se observa motivación por parte de los estudiantes a involucrarse de manera reflexiva y estratégica en actividades de aprendizaje, lo que favorece la autorregulación (Butler, 2010). Varios estudiantes destacan también el proceso de devolución o feedback, lo que resulta es un proceso clave en el aprendizaje (Anijovich y Cappelletti, 2017). La propuesta tuvo una buena recepción y contribuyó con varios de los objetivos necesarios para mejorar el aprendizaje como son la organización, y la autorregulación mediante el monitoreo de sus aprendizajes y la identificación de las dificultades (Garello y Rinaudo, 2012).

4. CONCLUSIONES

Se encontraron indicios del desarrollo de procesos de autorregulación del aprendizaje a lo largo del curso, ya que los estudiantes mostraron un hábito de resolver las consignas que invitaban a la reflexión y el planteo de objetivos de aprendizaje. Esto se vio también en las opiniones acerca de estas actividades en las que se observa el interés y la utilidad que percibieron los estudiantes. Estas tareas les permitieron, además, la toma de conciencia de las estrategias que emplean para aprender. Los estudiantes demostraron una comprensión básica de los conceptos, con un interés por aprender y una actitud positiva hacia la clase. Se necesita fortalecer las habilidades de aplicación, análisis y estrategias de resolución de problemas, así como desarrollar la metacognición y la autoevaluación. Las actividades en formato “tarjeta de salida” resultaron una actividad que se puede implementar fácilmente, que no requiere mucho tiempo de clases. A futuro se podría incorporar actividades que promuevan el análisis de las reacciones químicas, la resolución de problemas complejos y la

autoevaluación. Además, se podrían proporcionar recursos adicionales para fortalecer la comprensión de los conceptos previos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Facultad de Exactas de la Universidad Nacional del Mar del Plata (FCEyN-UNMdP) por la financiación del Proyecto Acreditado EXA 1192/24.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexander, P. (2006). *Pychology in learning and instruction.* New Jersey. Pearson Merrill Prentice Hall

Anijovich, R. y Cappeletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.

Butler, D. (2010). Qualitative approaches to investigating self-regulated learning: contributions and challenges. *Educational Psychologist*, 37(1), 59-63. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3 701_7

Furman, M. (2021). *Enseñar distinto: Guía para innovar sin perderse en el camino*. Siglo XXI editores.

Garello, M.V. y Rinaudo, M.C. (2012). Características de las tareas académicas que favorecen aprendizaje autorregulado y cognición distribuida en estudiantes universitarios. *Revista de Docencia Universitaria (REDU)*, 10(3), 415-440. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4132308

Huertas, J. (2009). Aprender a fijarse metas: nuevos estilos motivacionales. En J.I. Pozo y M.P. Pérez Echeverría (coords.), *Psicología del aprendizaje universitario: La formación en competencias* (164-181). Morata.

Litwin, E. (2016). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos* (1ra ed.). Paidós.

Pintrich, P. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. En Boekaerts M., P. Pintrich y M. Zeidner (Eds.) *Handbook of self- regulation*. Academic Press.

Pozo, J.I. y Mateos, M. (2009). Aprender a aprender: hacia una gestión autónoma y metacognitiva del aprendizaje. En J.I. Pozo y M.P. Pérez Echeverría (coords.) *Psicología del aprendizaje universitario: La formación en competencias* (54-69). Morata.

Sanmartí, N. (2011). Evaluar para aprender, evaluar para calificar en A. Caamaño (Ed.), *Didáctica de la Física y de la Química* (2, 193-209). Graó.

Vermunt, J.D. (1996). Metacognitive, cognitive and affective aspects of learning styles and strategies: A phenomenografic analysis. *Higher Education*, 31: 25-50. https://doi.org/10.1007/ BF00129106

Zimmerman, B. (2000). Attaining self regulation: A social cognitive perspective. En Boekaerts, M., Pintrich, P. y Zeidner, M. (Eds.) *Handbook of self-regulation* (13-39). Academic Press.

Zuckerman, J.J. (1986). The coming renaissance of descriptive chemistry. *Journal of Chemical Education,* 63 (10), 829. https://doi.org/10.1021/ed063p829

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1T_jjEoNlDHseOmhU2CzT0rkfDzrJLXW2/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B 1.27

Resumen y video

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE: PROBLEMAS O EJERCICIOS DE QUÍMICA ¿QUÉ OPINAN LOS ESTUDIANTES?

Claudia Teresa Carreño

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba (UTN – FRC), Córdoba, Argentina.
ccarreno@frc.utn.edu.ar

Carina María Colasanto

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba (UTN – FRC), Universidad Nacional de Córdoba-Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC – FCEFyN), Córdoba, Argentina.
ccolasanto@frc.utn.edu.ar

Ivana Aiassa Martínez

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba (UTN – FRC), Córdoba, Argentina.
iaiassa@frc.utn.edu.ar

Andrea Lucia Pucci

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba (UTN – FRC), Córdoba, Argentina.
apucci@frc.utn.edu.ar

Marcelo Gómez

Universidad Nacional de Córdoba-Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC – FCEFyN), Córdoba, Argentina.
mgomez@unc.edu.ar

Resumen

El presente artículo muestra resultados de un trabajo indagatorio que busca identificar si los estudiantes reconocen las diferencias y el aporte de dos estrategias distintas de enseñanza y de aprendizaje: resolución de problemas y resolución de ejercicios; con el objetivo posterior de avanzar en el diseño de problemas de complejidad para el desarrollo de competencias de los futuros graduados. La muestra estuvo formada por 68 estudiantes de primer año turno mañana, de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba. Se trabajó en la asignatura Química General con un problema en contexto compuesto por una actividad empírica y cálculos estequiométricos. Al finalizar la actividad se realizó una encuesta de opinión sobre diferenciación entre resolución de ejercicios y problemas como estrategias de aprendizaje, preferencias de los estudiantes sobre estas estrategias y el reconocimiento de dichas actividades en una situación específica. Entre las respuestas podemos mencionar que un 71,00% diferencia ambas estrategias, el 51,80% considera más efectivo para el aprendizaje la resolución de problemas, mientras 73,80% considera que la combinación de ambas estrategias brinda un mayor aporte al proceso de aprendizaje.

Palabras clave: *estrategias de enseñanza y aprendizaje; resolución de problemas; resolución de ejercicios; opinión estudiantil; problemas vs ejercicios.*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1IQ1UQLIPn-2ZztAlrMAAxH9Jr9JaM7kN/view

ISBN 978-987-47159-9-9

NUEVA ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR EL TRABAJO EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA Y BIOLÓGICA

Mariana Belén Laborde

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Olavarría, Buenos Aires, Argentina.
mariana.b.laborde@gmail.com

Rosa Karina Nesprias

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Olavarría, Buenos Aires, Argentina.
knespria@gmail.com

Resumen

En el año 2023, se implementó una nueva estrategia en la asignatura Química Orgánica y Biológica de la Licenciatura en Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería de Olavarría (UNCPBA) para optimizar el aprendizaje en el laboratorio. Se reemplazó el parcialito obligatorio previo a la práctica por la construcción de mapas conceptuales, donde los estudiantes plasmaban la información de la guía de laboratorio, incluyendo materiales, metodología y elementos de seguridad. Esta herramienta educativa facilitó la relación entre conocimientos previos y nuevos conceptos, mejorando la comprensión del protocolo experimental. Durante la defensa oral, realizada de manera azarosa, los estudiantes discutieron sus mapas, promoviendo una participación activa y una mejor dinámica grupal. Los resultados indicaron un aumento del 24% en la aprobación de los informes en la primera entrega en comparación con el año anterior, lo que evidencia una mejora en el aprendizaje y en la calidad de los informes. Además, se observó una disminución en la tasa de reprobación de la asignatura. Esta experiencia sugiere que el uso de mapas conceptuales como herramienta de evaluación formativa favorece la asimilación de conceptos y reduce el estrés asociado, mejorando el desempeño académico de los estudiantes.

Palabras clave: *mapa conceptual; aprendizaje; estudiantes universitarios, recurso esquemático, informe escrito.*

1. INTRODUCCIÓN

Química Orgánica y Biológica es una asignatura con una carga horaria total de 150 horas ubicada en el primer año del segundo cuatrimestre del plan de estudio de la carrera de Licenciatura en Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. La misma cuenta con trece unidades de contenidos teóricos-prácticos (La química orgánica y los elementos; el carbono y los esqueletos carbonados; las funciones orgánicas; compuestos carbonílicos; ácidos carboxílicos y dicarboxílicos; isomería óptica, enantiómeros y diasteroisómeros; los hidrocarburos aromáticos; compuestos nitrogenados; lípidos; carbohidratos y monosacáridos; aminoácidos y proteínas; enzimas-coenzimas y ácidos nucleicos y metabolismo de biomoléculas principales) y ocho trabajos prácticos de laboratorio. Las clases teóricas, no son de asistencia obligatoria, se llevan a cabo con la finalidad de desarrollar conceptos de la química orgánica/biológica con una secuencia de complejidad creciente, de tal forma que las ideas anteriores se pongan en juego y se relacionen y apliquen a los nuevos conocimientos. Estas constituyen el ámbito adecuado para lograr una integración entre teoría, prácticas de laboratorio y/o problemas. Es así que se resuelven diferentes cuestiones problemáticas durante el desarrollo de las mismas, para evitar que las actividades prácticas y teóricas sean percibidas por los alumnos como instancias de aprendizaje ambiguas y no relacionadas entre sí.

Por otro lado, las clases de problemas, que se dan intercaladas con teoría, tampoco son de asistencia obligatoria, incluyen problemáticas que permiten seleccionar diferentes alternativas para su resolución tales como tablas, manuales, gráficas y consulta bibliográfica en general. Se hace hincapié en que el alumno desarrolle la capacidad de elaborar y explicar sus propias respuestas, ya que muchas de ellas son construcciones que exigen

ISBN 978-987-47159-9-9

creatividad y no derivan directamente de sus conocimientos teóricos. Disponen de material auxiliar preparado por los docentes de la cátedra con problemas tipos resueltos que servirán de ayudas extras para resolver las diferentes cuestiones que se desarrollan en este tipo de clases, este material se encuentra disponible en la plataforma institucional de la asignatura en el Aula Moodle.

Finalmente, las clases donde se llevan a cabo los trabajos prácticos de laboratorio, son de asistencia obligatoria, tienen como objetivo no solo el desarrollo de competencias prácticas de manejo y manipulación de metodologías y técnicas propias de la actividad experimental sino además la finalidad es motivar al alumno, intensificar el aprendizaje de los conocimientos químicos, proporcionar una idea sobre la metodología del trabajo y aplicar y relacionar conceptos desarrollados en la teoría y retomados en las clases de problemas**.**

2. METODOLOGÍA

Durante el desarrollo de la asignatura Química Orgánica y Biológica (Código A0004- Plan 2004 - Ord.C.S.Nº 3002/03) los alumnos deben llevar a cabo 8 clases de laboratorios: separación, aislamiento y purificación de compuestos orgánicos, análisis elemental, análisis funcional parte I y II, hidratos de carbono, lípidos, proteínas y aminoácidos y enzimas. En los cuatro primeros se desarrollan contenidos teóricos/prácticos relacionados con las unidades temáticas que se abordan para el primer parcial y los últimos cuatro para el segundo parcial. Los mismos, se hacen en su totalidad en las instalaciones del laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería, y se realizan en comisiones integradas por dos o tres alumnos. Finalizada la actividad, cada comisión, debe hacer y entregar un informe escrito. Para ello, los estudiantes disponen de un tiempo relativamente prudencial (generalmente de una semana) para su confección y entrega, a través del aula virtual de Moodle. El informe debe contar con las siguientes partes: título, objetivo, fundamento teórico, resultados y discusiones, conclusión y bibliografía. El formato que deben cumplir estas producciones, además de estar escrito en las condiciones de cursada y metodología de trabajo de la asignatura, se consensuan oralmente con los estudiantes en las primeras clases. Los mismos deben contener específicamente las ecuaciones químicas que representan reacciones químicas llevadas a cabo en las diferentes experiencias, respuestas a las preguntas o cuestiones enunciadas en la guía del trabajo práctico de laboratorio, y dibujos esquemáticos de los equipos utilizados en cada instancia del laboratorio.

Es condición tener aprobado los informes de laboratorio para realizar el examen parcial correspondiente ya sea en primera o segunda entrega. Si la segunda entrega no está aprobada se considera ese informe desaprobado. Solo podrán tener un informe desaprobado o un ausente al laboratorio caso contrario dejarán de ser alumnos regulares. Deberán aprobar el 85% de los informes.

En el año 2022, como condición para ingresar a realizar el laboratorio, los estudiantes, debían aprobar un parcialito, que constaba de 3 preguntas sobre la guía/protocolo de laboratorio. Esta instancia de evaluación, tenía como objetivo que los alumnos leyeran la guía y estén familiarizados con los contenidos abordados, elementos de seguridad necesarios para llevar a cabo la práctica, materiales y reactivos a utilizar. El informe de laboratorio debía ser entregado por comisión en la plataforma Moodle, teniendo un plazo máximo de una semana para presentarlo. Por otro lado, deben tener aprobados los informes de laboratorio para poder realizar el examen parcial correspondiente. Esta situación de evaluación tenía la desventaja que si los estudiantes desaprobaban el parcialito no podían realizar la práctica experimental de laboratorio, debían retirarse y se les consideraba ausente, generando un momento de estrés no solo para los estudiantes sino también para los docentes responsables de esa tarea.

Ante este panorama, el equipo responsable buscó implementar nuevas estrategias que permitieran que los alumnos tuvieran un mayor conocimiento del protocolo y de las actividades experimentales a realizar el día del laboratorio. Es así que, en la planificación de la asignatura del año 2023, se propone y realiza una modificación de la herramienta empleada para que el alumno ingrese al laboratorio (Velázquez-Revilla *et al.,* 2018). De esta forma, se les planteó a los estudiantes reemplazar el parcialito por la construcción de un mapa conceptual/diagrama de procesos donde ellos pudieran volcar toda la información de la guía de laboratorio como: materiales, metodología, elementos de seguridad y cuidados a considerar, residuos, entre otras. Este instrumento elaborado en forma individual, debían entregarlo a través del aula virtual de la plataforma Moodle

ISBN 978-987-47159-9-9

un día antes a la clase teórico-práctica y ese día ser defendido oralmente, frente a sus compañeros y el equipo docente. El estudiante era seleccionado, empleando un sistema de sorteo online, lo que lo hacía más entretenido/atractivo y azaroso.

Esta instancia de socialización entre pares y junto con la intervención del docente a través de preguntas cortas, de puestas en situación, de explicaciones extras, de opiniones de otros compañeros, entre otras, resultó sumamente productiva y enriquecedora para todos los actores de la experiencia.

El mapa conceptual es una herramienta educativa que permite representar visualmente un conjunto de conceptos y sus relaciones, facilitando el aprendizaje y la organización de información de manera jerárquica. Según Novak y Gowin (1984), es una estrategia efectiva para que los estudiantes comprendan y retengan el significado del material de estudio, mientras que los docentes pueden utilizarlo para estructurar y presentar los contenidos de forma clara. Asimismo, Varela de Moya *et al.* (2017) destacan que los mapas conceptuales promueven la codificación visual y semántica de los conceptos, favoreciendo la contextualización de las relaciones entre ellos. Pérez Collado y Torres Pérez (2009) añaden que esta herramienta no solo ayuda a representar esquemáticamente los significados conceptuales, sino que también evidencia una auténtica reorganización cognitiva, tanto para el docente como para el alumno.

Además, teniendo en cuenta el tiempo que los estudiantes universitarios invierten en realizar el mapa conceptual e informe escrito, el cual varía dependiendo de diversos factores, como la complejidad del tema, el nivel de detalle utilizado, la experiencia del estudiante en la redacción académica, entre otras; el tiempo puede oscilar entre 10 a 20 horas o más, distribuidas en las diferentes etapas: investigación y recopilación de información, organización y planificación del contenido, redacción y revisión y edición. Con la finalidad de valorar este tiempo invertido se efectuó otra modificación en la planificación de la asignatura. La entrega y aprobación del mapa conceptual sumó 0,5 puntos, la defensa oral de esta actividad de forma correcta sumó 0,5 puntos y la entrega y aprobación en primera instancia del informe de laboratorio implica la suma de 0,5 puntos para la aprobación del examen parcial. Cada estudiante, podía de esta manera alcanzar un total de 5 puntos como máximo, en estas instancias previas, resultando un gran incentivo para ellos, ya que esta puntuación contribuía a restar a los 60 exigidos para aprobar el examen parcial.

3. RESULTADOS

Se ha demostrado que los mapas conceptuales facilitan el aprendizaje de los alumnos (Novak y Cañas, 2006; Cañas Urrutia *et al*., 2014). No obstante, su incorporación en la planificación de la asignatura Química Orgánica y Biológica en la cursada del año 2023 no sólo permitió al estudiante acceder al laboratorio y afianzar contenidos, sino que, a lo largo de su construcción, logró conectar la información nueva con conocimientos previos, además de estructurar y gestionar de manera más eficaz la dinámica de las prácticas a desarrollar (FIGURA 1 y 2). Por otro lado, la exposición oral individual del mapa conceptual ante los compañeros fomentó la participación activa y mejoró la dinámica grupal, facilitando la comprensión de la guía de laboratorio. Esto no solo optimizó el desarrollo de las prácticas, sino que también permitió reducir el tiempo de ejecución y minimizar errores y/o fallas durante la actividad en el laboratorio. Esto se vio reflejado en los estudiantes que aprobaron el informe de laboratorio en la primera instancia de entrega, en la FIGURA 3 se muestran estos resultados como promedio de los cuatro informes de laboratorios realizados pertenecientes a las 7 primeras unidades teórico/prácticas evaluadas en el primer parcial, donde se trabaja con la totalidad del grupo los estudiantes inscriptos, ya que, si desaprueban dicho parcial y/o su respectivo recuperatorio, pierden su condición de regular.

ISBN 978-987-47159-9-9

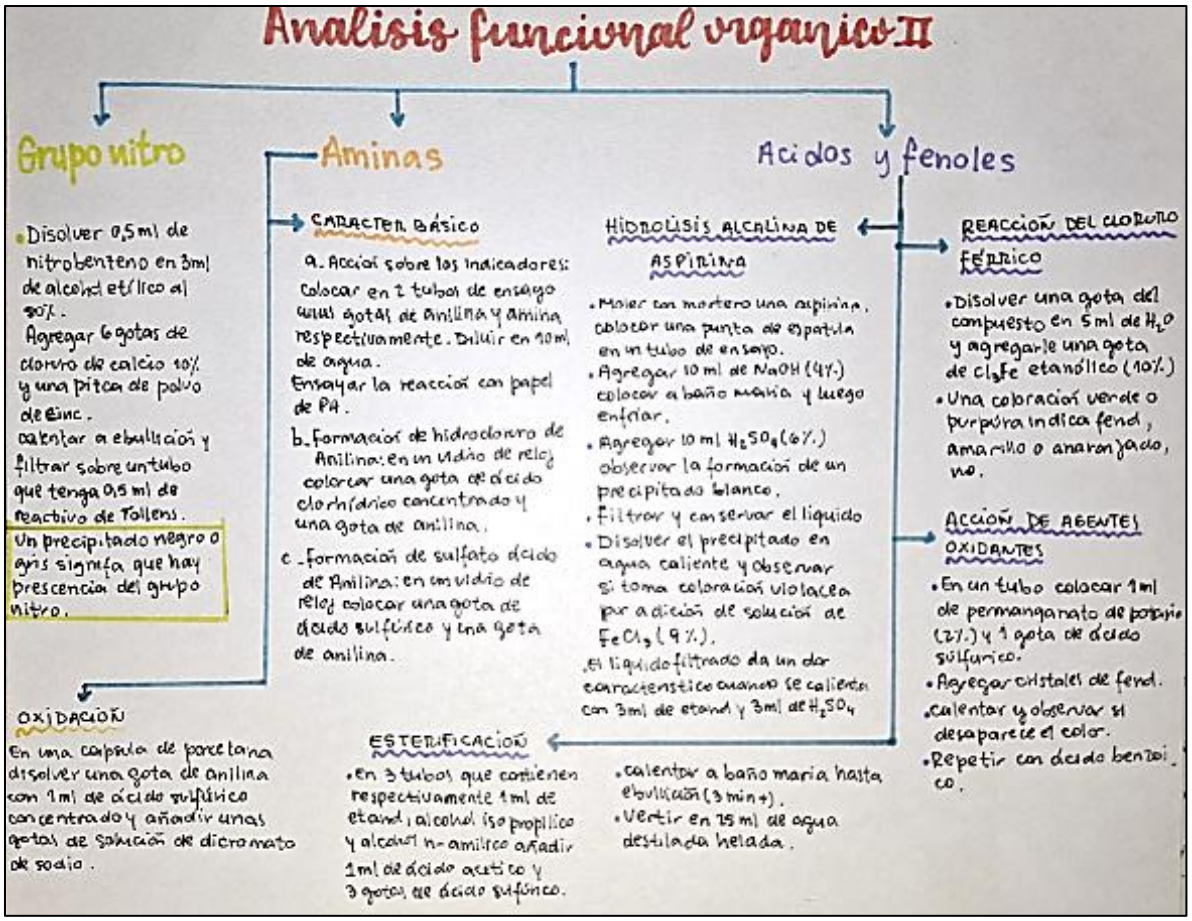


FIGURA 1. *Mapa conceptual elaborado por un estudiante de modo manual.*

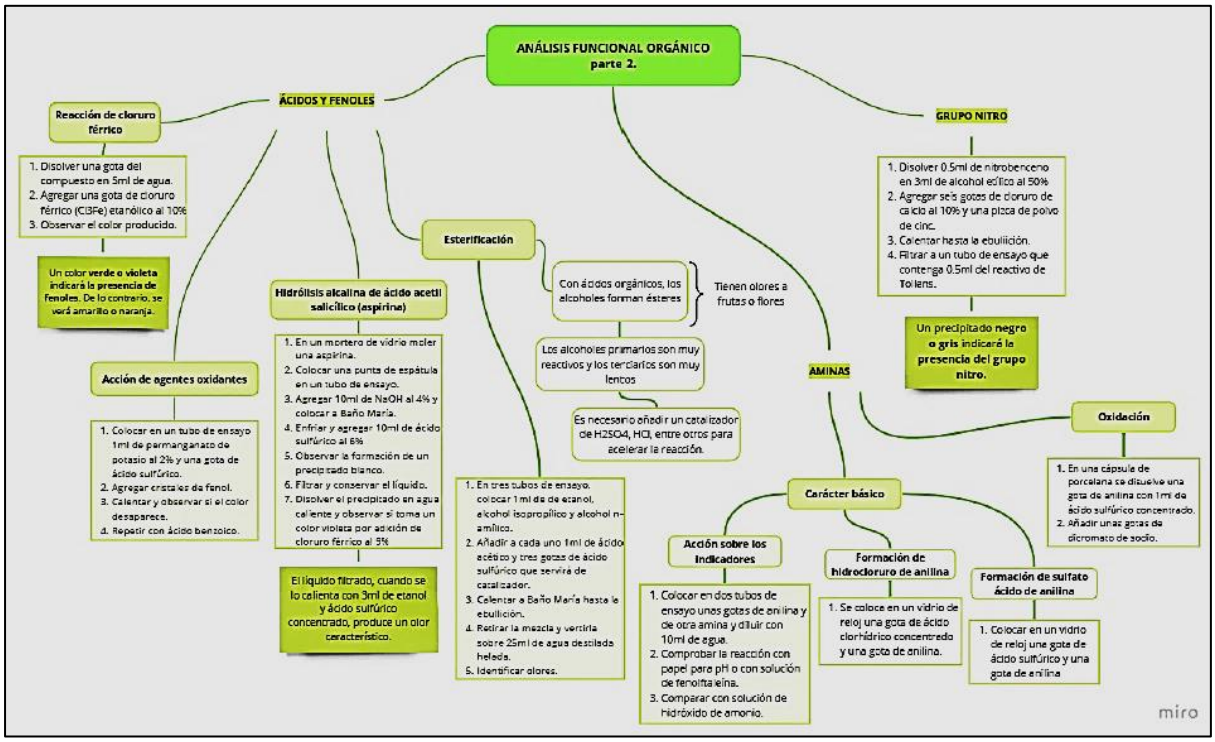


FIGURA 2. *Mapa conceptual elaborado por un estudiante utilizando un software para su diseño.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Como puede observarse en la FIGURA 3, en 2023, tras implementar la nueva estrategia de aprendizaje en la asignatura, se logró un incremento del 24% en el número de estudiantes que aprobaron el informe en su primera instancia de entrega. Esto deja en evidencia que la modificación realizada oportunamente permitió alcanzar una mejora en el seguimiento del proceso, ya que al ser una herramienta de evaluación más dinámica posibilita al docente monitorear el progreso del estudiante de manera continua, brindando retroalimentación oportuna. Esto posibilita intervenciones tempranas en caso de dificultades, lo que mejora el rendimiento en la práctica de laboratorio.

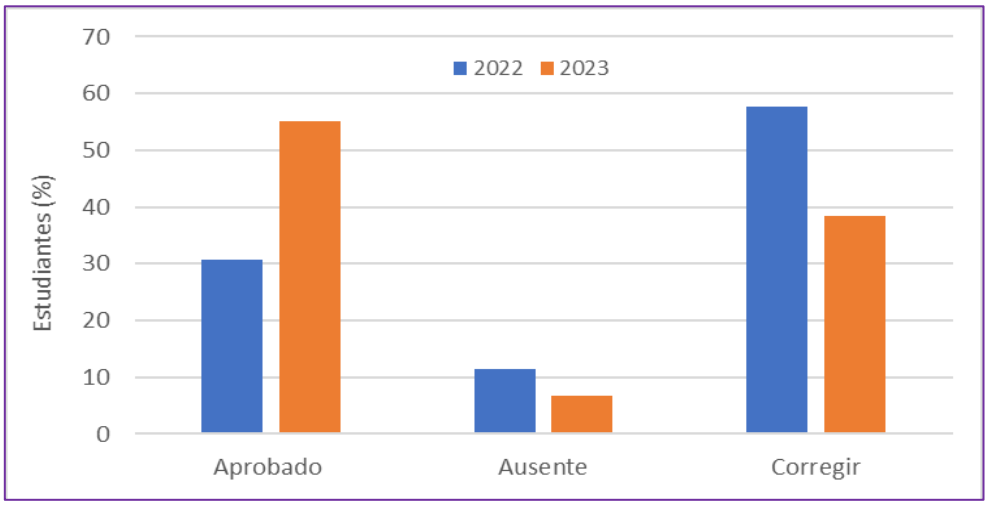


FIGURA 3. *Resultado de la entrega del informe escrito de laboratorio en la primera instancia.*

Por otro lado, esta nueva estrategia de enseñanza/aprendizaje influyó de forma muy positiva sobre el número total de estudiantes que aprobó la asignatura durante el año 2023 en comparación al año 2022 (FIGURA 4).

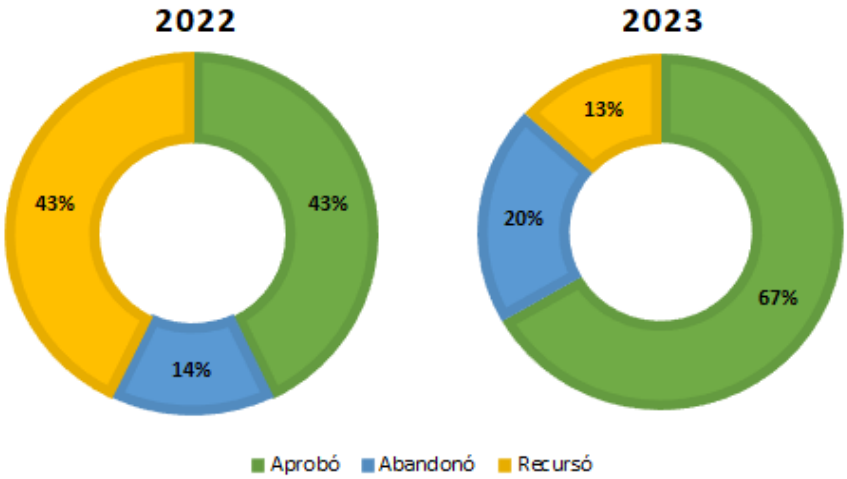


FIGURA 4. *Resultados finales de la cursada de la asignatura Química Orgánica y Biológica.*

La reducción en la cantidad de estudiantes que perdieron la cursada en el año 2023 de la asignatura de Química Orgánica y Biológica, tras la modificación en el modo de evaluar las clases de prácticas de laboratorio puede explicarse por factores relacionados con la mejora en el aprendizaje y la comprensión de los contenidos, es decir, la implementación de mapas conceptuales, como una herramienta de evaluación formativa y participativa, favorece al estudiante la asimilación gradual de los conceptos y reduce el estrés asociado al examen; contribuyendo a un mejor desempeño académico y, por lo tanto, a una menor tasa de reprobación.

ISBN 978-987-47159-9-9

4. CONCLUSIÓN

La construcción de mapas conceptuales por parte de los estudiantes, previo al desarrollo de las actividades experimentales de laboratorio de la asignatura Química Orgánica y Biológica permitió alcanzar múltiples beneficios sobre el proceso de enseñanza/aprendizaje. El diseño y socialización con pares y con el equipo docente de esta nueva herramienta hizo que los alumnos logren una mejor interpretación de la actividad a desarrollar en la práctica de laboratorio, alcanzaron una mayor comprensión y organización de la información, hubo una mejor apropiación de los contenidos involucrados, además se vio un avance en la calidad del informe realizado y por último hubo una retroalimentación efectiva entre el docente y el alumno.

Los mapas conceptuales ayudan a los estudiantes a visualizar mejor las relaciones entre conceptos clave, facilitando la forma de organización mental, la retención de la información y su aplicación en situaciones prácticas, lo cual es fundamental para esta asignatura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cañas Urrutia, F. J., Cárcamo Díaz, C. M., & Lazo Santibáñez, L. D. C. (2014). Mapas conceptuales como herramienta pedagógica en la enseñanza de la química orgánica. *Química Nova*, *37*, 355-360.

Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). Learning How to Learn. New York, NY: Cambridge University Press.

Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). The theory underlying concept maps and how to construct them. *Florida Institute for Human and Machine Cognition*, *1*(1), 1-31.

Pérez Collado, R., & Torres Pérez, D. (2009). Propuesta para el uso de los mapas conceptuales en la enseñanza de la Química en el nivel universitario. *Pedagogía Universitaria*, *14*(4), 78-92.

Varela de Moya, H. S., García-González, M. C., Menéndez-Parrado, A. L., & García-Linares, G. (2017). Las estrategias de enseñanza aprendizaje desde la asignatura" Análisis Químico Alimentos I". *Revista Cubana de Química*, *29*(2), 266-283.

Velázquez-Revilla, L. M., Revilla-Puentes, J. A., & Guerra-Ortizes, M. E. (2018). Confección de mapas conceptuales para la enseñanza de la Química Orgánica. *Revista cubana de química*, *30*(3), 539-558.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1hSrpGTNtW4jvJdk6epdPS0mZuYd0F7oy/view

ISBN 978-987-47159-9-9

COMPETENCIAS EN ESCRITURA ACADÉMICA DE ESTUDIANTES DE QUÍMICA ORGÁNICA EN INGENIERÍA QUÍMICA

Carolina Noemí Matos

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICPB), Avda. del Valle 5737, Olavarría. Buenos Aires. Argentina.
carolina.matos@fio.unicen.edu.ar

María Cristina Iturralde

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICPB), Avda. del Valle 5737, Olavarría. Buenos Aires. Argentina.
citurral@fio.unicen.edu.ar

Resumen

Se presenta aquí un análisis sobre las percepciones de estudiantes universitarios en relación a sus competencias en escritura académica. Las mismas se indagaron a partir de una encuesta y una posterior entrevista grupal. El estudio se realiza en el marco de un trabajo de tesis de maestría que estudia acerca de la escritura de los informes de laboratorio enmarcado en el concepto de alfabetización académica. Los primeros resultados estarían mostrando que los estudiantes manifiestan seguridad en cuanto a la escritura de informes de laboratorio, a pesar de reconocer dificultades al momento de argumentar. Si bien son los primeros resultados del trabajo de tesis, aún resta seguir profundizando en aspectos tales como inseguridad en cuanto a identificar las partes de un informe de laboratorio, la no dedicación de un tiempo a la reflexión de lo que escriben, y la percepción que tienen los docentes respecto a las competencias de escritura de los estudiantes.

Palabras clave: *escritura académica; informes de laboratorio; competencias en escritura; Química Orgánica; Ingeniería Química.*

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la Maestría de Enseñanza de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ingeniería dependiente de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (FI-UNCPBA) se proyecta un trabajo de tesis que pretende investigar en la asignatura Química Orgánica, la escritura de los informes de laboratorio enmarcado en el concepto de alfabetización académica.

Se entiende por alfabetización académica a aquellos procesos de enseñanza que pretenden favorecer a los estudiantes el acceso a las diferentes culturas escritas de las disciplinas (Carlino,2013). Esta interpretación considera la lectura y la escritura como prácticas sociales con una función epistémica, contribuyendo así a la construcción del conocimiento disciplinar.

El trabajo de tesis comienza en el 2023, año en el que se implementan nuevos planes de estudio para las carreras de ingeniería en FI-UNCPBA. Los nuevos Diseños Curriculares de las carreras de ingeniería, presentados en 2022, establecen la enseñanza centrada en el estudiante y orientada al desarrollo de competencias y habilidades (Res. CAFI 242/22). En particular, el Diseño Curricular de Ingeniería Química Plan 2023 (Res. CAFI 242/22) adhiere a lo establecido por la ASIBEI en Chile 2016. Esta asociación entre otras cuestiones establece un total de diez competencias genéricas, cinco tecnológicas, y cinco relacionadas con aspectos sociales, políticos y actitudinales. En este último grupo se encuentra la comunicación efectiva.

De acuerdo a las investigaciones de Latinoamérica, se evidencia que algunos docentes universitarios sostienen que los ingresantes no necesitan ayuda para leer o escribir (Borioli, 2019; Carlino, 2008; Carlino, 2017; Lorenzo, 2020; Yáñez et. al., 2020). Lorenzo (2020) afirma que este esquema se manifiesta en el proceso de enseñanza e impacta en el tránsito curricular de los estudiantes lo que genera una prolongación del tiempo en

que logran alcanzar el título universitario y en un elevado abandono. En relación con este proceso de no enseñanza de la lectura y escritura, se han estudiado tres ideas básicas que lo sustentan. La primera es que se considera que la lectura y la escritura es una habilidad básica transferible a cualquier texto, se adquiere de una vez y para siempre (Carlino, 2008). La segunda es que, se espera que un estudiante egresado de la educación secundaria posea un pensamiento crítico y reflexivo capaz argumentar en diferentes situaciones (Yáñez et. al., 2020). La tercera idea es que quienes enseñan minimizan la retroalimentación solicitada por los estudiantes (Flores Aguilar, 2018).

Así mismo, en Argentina la enseñanza universitaria conserva una arraigada persistencia de las tradiciones académicas (Borioli, 2019; Lorenzo 2020). Si bien el aprendizaje en la universidad depende de lo que hagan los estudiantes, también depende de las condiciones que les ofrecen los docentes y las instituciones para poner en juego su actividad cognitiva (Carlino, 2005). A los estudiantes se los suele colocar como receptores del conocimiento de los profesores para luego exigirles el cambio de rol, es decir que se conviertan en enunciatarios del conocimiento. En la práctica en las universidades argentinas se entiende que uno escribe después de pensar por lo que se convierte en una adquisición espontánea (Carlino, 2009). Esto demuestra que las prácticas de escritura quedan desamparadas y en esa búsqueda de cómo escribir se introduce la inquietud, la desazón y la incertidumbre en el aprendizaje (Borioli, 2019).

Debido a esta situación planteada resulta necesario indagar el contexto en que se pretende realizar el estudio de tesis. Para ello se toman datos sobre la percepción que tienen los estudiantes de química orgánica de la cohorte 2023 en la FI-UNCPBA, en cuanto a la escritura de los informes de laboratorio.

2. METODOLOGÍA

Para recabar los datos con el fin de estudiar la percepción de los estudiantes sobre la escritura de los informes de laboratorio, se emplean dos instrumentos: una encuesta y una entrevista grupal.

El primer instrumento es una adaptación de la Encuesta Europea de Escritura (EUWRIT) (Aguilar, 2018). Fue diseñada como instrumento de diagnóstico para evaluar las percepciones generales sobre la escritura académica en los programas de estudio de una universidad en particular (Chitez, Kruse y Castelló, 2015). Consta de ocho campos destinados a indagar datos personales y demográficos, cuestiones generales sobre escritura en el plan de estudio, sobre proceso de escritura y retroalimentación, acerca de los géneros textuales y de las prácticas de escritura, autoevaluación de las destrezas de escritura, ideas relacionadas a la “buena escritura”, competencias de estudio y apoyo a la escritura dentro de la universidad. La Autoevaluación de las competencias en escritura académica, cuenta con 21 ítems (luego de la adaptación) en las que se les solicitó que respondan qué tan seguros se sienten en el dominio de un aspecto de la competencia. Como por ejemplo “Estructurar un artículo”, en esta podían responder de acuerdo a una escala Likert; muy seguro/a, seguro/a, medianamente seguro/a, poco seguro/a, nada seguro/a. El análisis de los 21 ítems se vincula a 5 categorías: a los objetivos de aprendizaje de la escritura de los laboratorios, al uso de la bibliografía, al discurso académico, a la organización del texto y a sus habilidades argumentativas.

El grupo de cursantes de la asignatura son un total de 15 estudiantes. Catorce ingresantes a la facultad en 2021 y, uno en el año 2020. Todos han cursado dos asignaturas de química, Introducción a la Química de 1er año y Química Inorgánica de 2do año, materias en las que han escrito informes de laboratorio.

Antes de implementar el cuestionario se realizó una presentación oral ante todo el aula (estudiantes y docentes) de los lineamientos del proyecto de maestría, minutos antes de una clase al inicio de las cursadas. En esta charla, se los incentivó a que participen del mismo y se les pidió que firmen un acuerdo de participación. El cuestionario fue enviado por un formulario de Google, el enlace se compartió por medio de los docentes de la cátedra. Esta decisión se tuvo en cuenta para brindarles más flexibilidad de tiempo a los estudiantes para que puedan contestar con tranquilidad y evitar posibles sesgos ya que por el contexto podrían ser fácilmente influenciados.

Posteriormente, finalizado el tiempo de respuesta del cuestionario, se realiza una entrevista de grupo (Gil Pascual, 2011). La misma fue grabada en un archivo de audio, donde se mantiene el anonimato de cada participación. El tema de discusión de la entrevista para los estudiantes fue “la escritura de los informes de

ISBN 978-987-47159-9-9

laboratorio". De esta manera se obtiene información que luego se triangulará con el análisis de los datos del cuestionario.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

El cuestionario fue respondido por el 47 % de los estudiantes. Para la entrevista estuvieron presentes los 15 estudiantes, sin docentes. Los valores medios del análisis de las cinco categorías mencionadas previamente se pueden ver en la FIGURA 1. Estos valores se obtienen del promedio de los valores obtenidos en escala Likert por ítem agrupándolos por categoría.

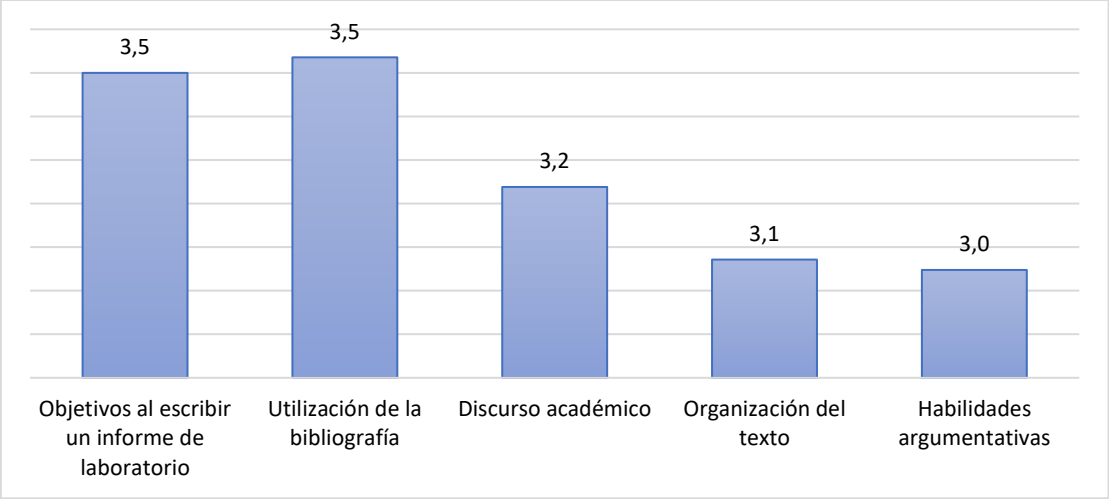


***FIGURA 1**. Resultados promedios en escala Likert por categoría.*

El primer subgrupo de ítems reúne a aquellos referidos a objetivos de enseñanza en la escritura de los informes de laboratorio. Estos son: comprender y reflexionar sobre los métodos/técnicas de laboratorio, interpretar e integrar los resultados de la práctica experimental, inserción e integración de tablas y gráficos en un texto, usar la escritura para aprender algo nuevo. En este conjunto se observa que predomina la opción medianamente segura/a obteniéndose un valor medio general de 3,5. El ítem inserción e integración de tablas y gráficos en un texto obtuvo una respuesta "muy seguro/a" y cuatro respuestas "seguro/a", resultando ésta con la ponderación más alta con un promedio de 3,9. Por otro lado, el ítem interpretar e integrar los resultados de la práctica experimental obtuvo una respuesta "nada seguro/a", dando un promedio final de 3,3.

En la entrevista los estudiantes expresan la importancia de los informes de laboratorio para su aprendizaje en relación con los objetivos de enseñanza de la escritura de los informes de laboratorio. Por ejemplo, el Estudiante 4 (E4) expresa: "*Escribir los informes de laboratorio sirve para centrar conceptos que capaz quedaron dando vueltas, porque lo lees tantas veces buscando que quede bien";* E2 manifiesta*: "Para mí relacionas mucho el marco teórico con la práctica*"; E3 comenta: "*es el contraste con la teoría porque te permite, por así decirlo, terminar de cerrar temas de la teoría*". Dichas expresiones estarían mostrando concordancia con los resultados de la encuesta.

El segundo subgrupo de ítems se vincula al uso de la bibliografía: encontrar bibliografía relevante sobre un tema, referenciar fuentes de investigación, referenciar fuentes bibliográficas, escribir referencias bibliográficas. En esta área, los estudiantes se sienten medianamente seguro/a ya que se obtiene un promedio general de 3,5. Este apartado tiene un mayor grado de confianza ya que no hay respuestas que indiquen la respuesta nada seguro/a en ningún ítem. También se detectan tres respuestas "muy seguro/a en todo el conjunto". En este caso encontrar bibliografía relevante sobre un tema, es el de mayor promedio de 3,9 porque es la que recibió respuestas con un alto grado de confianza, 1 muy seguro/a, 4 seguro/a y 2 medianamente seguro/a.

ISBN 978-987-47159-9-9

En la entrevista los estudiantes reconocen que utilizan más de un autor para hacer sus informes de laboratorios. Uno de ellos expresa: "*nosotros usamos muchas tablas o comparamos con más de una bibliografía*", mientras que el resto asienten. En este sentido se comprobaría el nivel de confianza que tienen para la utilización de bibliografía.

El tercer grupo de ítems se refiere al discurso académico, a las palabras y a la construcción del discurso del género textual del informe de laboratorio. Los ítems que lo conforman son: revisar un texto para que sea lingüísticamente correcto, usar la terminología adecuada, expresarse con precisión, encontrar el estilo adecuado para textos académicos, escribir un artículo acorde a la disciplina, evaluar el impacto de un texto en el lector. Aquí se observa que el nivel de confianza de los estudiantes cae levemente pues el promedio es 3,2. En este conjunto hay dos ítems con promedio 3, escribir un artículo acorde a la disciplina y evaluar el impacto de un texto en el lector. En este último alguien respondió nada seguro/a. Además, la respuesta poco seguro/a comienza a hacerse notar en el conjunto de los resultados.

En la entrevista los estudiantes reconocen que hay distintas formas de comunicar la información y que esta depende del receptor. E1 refiriéndose a practicar otros géneros: "*Son como distintas maneras de comunicación, como que no sabes después lo que te va a tocar comunicar, para mí sirve más*". E2: "*Hay que saber expresarse como cuando uno va a un jardín de infantes, o cuando lo va a leer una persona común o alguien más*". De esta manera dejan en claro que deben adaptar el texto de acuerdo a quién va dirigido. Cuando se les pregunta acerca de qué diferencias pueden mencionar entre un informe de otra disciplina más orientada a salud con un informe de química responden que "*el desarrollo del informe de química, es mucho más cuantitativo*" e indican que no notan diferencias entre la introducción y la conclusión.

El cuarto grupo hace referencia a la organización del texto, momentos previos y durante a la escritura: planificar el proceso de redacción, estructurar un artículo, administrar el tiempo dedicado a la escritura, manejo de problemas y dificultades de escritura. En este grupo el promedio general es 3,1 pero hay ítems con promedio por debajo de 3. Como la planificación del proceso de redacción y la estructuración de un artículo la de menor promedio. En estos ítems todos tienen una respuesta con valor 1, es decir, nada seguro/a. Por otro lado, se destaca positivamente con un promedio de 3,4 administrar el tiempo dedicado a la escritura.

En la entrevista se amplía el tema, cuando un estudiante describe cómo es su proceso de elaborar un informe. E1: *"…en Introducción a la Química cuando empezás a hacer el informe te planteas ¿qué pongo? Entonces ahí te decís tengo que hacer la introducción, y esto…luego decís, pero... ¿Será como en la secundaria? ¿Cómo será? Entonces no sabes qué escribir, hasta que más o menos va saliendo. Es prueba y error. Vas preguntando al profe y te va guiando."* En esta frase el estudiante demuestra una naturalización de la no planificación del proceso de redacción y que los posibles problemas o dificultades se resuelven con el profesor. En otro momento de la entrevista cuando se les pregunta sobre la estructura de un artículo reconocen que tiene introducción, desarrollo y conclusión, pero no pueden describir esas secciones.

Posteriormente describen cómo es su administración del tiempo. Cuando se les pregunta si se suelen juntar para escribir los informes de laboratorio, porque lo deben realizar de a dos estudiantes, responden: E2 "*No, es más online*". E3: "*Depende de cada uno capaz que uno está haciendo materias y después…*". E2: "*No siempre dan los tiempos para juntarse*". E3: "*En esos casos lo que decidimos es arrancar con un drive compartido, ella lo arranca o yo lo arranco, después ella lo sigue, después, por ahí ya hacemos una videollamada para ver si no estamos de acuerdo en algo y ya terminarlo*". Bajo estas expresiones se interpreta que la administración del tiempo tiene que ver con cumplir, con terminar más que dedicarle un tiempo a la reflexión y construcción a lo que se está elaborando. Esto está estrechamente vinculado con el último grupo a analizar del cuestionario.

Este grupo contempla habilidades argumentativas en un texto: apoyar el propio punto de vista, tratar críticamente un tema, discutiendo teorías. El promedio general del conjunto es de 3,04. En este caso el ítem de menor promedio es discutiendo teorías con valor de 2,78. Algo interesante de este grupo es que no hay respuestas de muy seguro/a y nada seguro/a en ningún ítem.

En la entrevista se destacan dos aspectos: el primero es que ellos no discuten teorías cuando escriben los informes de laboratorio. Se recopilan algunos comentarios de estudiantes que respaldan lo afirmado. E5: "*La parte más difícil es explicar la práctica. El marco teórico es… no sé si copiar y pegar, pero es sacar lo que ya está escrito y armarlo, no es algo que te requiera usar de más el cerebro. Lo más complejo es cuando tenés que armar vos el texto es decir explicar vos con tus palabras la práctica o la conclusión. El marco teórico no me parece muy*

distinto a lo que hacía en la escuela". Otro estudiante comenta cómo es una parte del proceso de escritura de un informe. E4: "*Antes de ir al laboratorio, ya tenés una idea de lo que vas a trabajar. Por eso nos toman un parcialito, cosa de que uno en el laboratorio, con tu compañero ya puedas ir agilizando las cosas que tienen que hacer. Después, hacemos un cierre entre todos de lo que tendríamos haber hecho de alguna reacción o lo que sea, es una puesta en común de lo que tenemos que plasmar en el informe, porque te ponen un rango de hojas y las cosas que tenés que informar.* De acuerdo a lo expresado por los estudiantes y los resultados de la encuesta parecería ser que las habilidades argumentativas de los estudiantes es una competencia donde los estudiantes no se sienten seguros.

En los resultados generales para el campo de autoevaluación de la confianza que los estudiantes poseen en sus competencias de escritura académica se registra que un 10 % se siente muy seguro/a, un 32 % seguro/a, un 40 % medianamente seguro/a, un 14 % poco seguro y un 4 % nada seguro. Esto da un total de un 18 % de los encuestados no siente seguridad al momento de escribir informes de laboratorio. Durante la entrevista los estudiantes expresan sentirse seguros para escribir los informes de laboratorio.

4. CONCLUSIONES

Los estudiantes expresan sentir confianza en sus competencias para escribir informes de laboratorio. Afirman con seguridad que la escritura de los informes de laboratorio favorece su aprendizaje, sobre todo para vincular los contenidos conceptuales con los procedimentales. También manifiestan seguridad en sus competencias para buscar información, citar y referenciar la bibliografía. Así mismo reconocen la importancia de comunicar la información de acuerdo al receptor. Pero tienen dificultad para describir cómo es un texto acorde a la disciplina o evaluar el impacto en el lector. Por otro lado, expresan que no suelen planificar los textos, se sienten seguros en su administración del tiempo para escribir y con sus docentes que los guiarán para resolver sus problemas de escritura. Finalmente, en sus habilidades argumentativas es dónde manifiestan menor seguridad ya que ellos simplemente hacen lo que los docentes les solicitan. Esto indicaría que los estudiantes tienen un nivel de seguridad en sus competencias de escritura académica aceptable, no problematizando la escritura de los informes de laboratorio. Se infiere que los estudiantes hacen los que los docentes les solicitan, y en este en grupo en particular se observa un diálogo fluido entre docentes y estudiantes, lo que permitiría superar algunos obstáculos de aprendizaje tales como la falta de orientación y de acompañamiento.

De todos modos, todavía quedan algunas cuestiones por resolver para abordar desde el proyecto de maestría. Desde la perspectiva de los estudiantes pareciera estar todo bien pero quedan algunas cuestiones pendientes tales como: por qué el grupo no le dedica un tiempo a la reflexión de lo que escriben, por qué no pueden describir las partes de un informe de laboratorio, lo que los estudiantes escriben en química orgánica les sirve para otras asignaturas, es posible que los estudiantes no se encuentren con dificultades para argumentar en su textos, hay una visión epistémica desde los docentes cuando planifican las tareas de escrituras en sus clases, qué tan conformes están los docentes con las producciones de los estudiantes, los docentes necesitan de espacios dónde compartir sus inquietudes en relación a cómo enseñan mediante la escritura. Estas cuestiones quedan por analizar sobre todo porque falta estudiar cuál es la percepción de los docentes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los estudiantes de la cohorte 2023 de la asignatura Química Orgánica de la carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA en Olavarría.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borioli, G. (2019). El discurso sumergido. Escritura académica y narrativa de experiencias. *Diálogos Pedagógicos. Año XVII, N 33*. 47-61. http://dx.doi.org/10.22529/dp.2019.17(33)03

Carlino, P. (2005). Introducción. En *Escribir, leer y aprender en la universidad.* Fondo de Cultura Económica de Argentina. (pp 4-9) (1ra edición). Argentina.

ISBN 978-987-47159-9-9

Carlino, P. (2008). Leer y escribir en la universidad, una nueva cultura. ¿Por qué es necesaria la alfabetización académica? En *Los desafíos de la lectura y la escritura en la educación superior: caminos posibles*. Cali, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.

Carlino, P. (2013). Alfabetización académica diez años después. *Revista mexicana de investigación educativa*, *18*(57), 355-381. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662013000200003&lng=es&tlng=es

Carlino, P. (2017). Leer y escribir en las ciencias sociales en universidades argentinas. *Enunciación, 22*(1), 110-124. https://www.aacademica.org/paula.carlino/236

Facultad de Ingeniería-UNCPBA (2022). ResCAFI 242/22.

Flores Aguilar, M. D. (2018). La escritura académica en estudios de ingeniería: valoraciones de estudiantes y profesores. *Revista de Educación Superior. 47*(186), 23-49. https://www.scielo.org.mx/pdf/resu/v47n186/0185-2760-resu-47-186-23.pdf

Gil Pascual, J. A. (2011). Capítulo 6. *La entrevista en Técnicas e instrumentos para la recogida de información*. (1er ed., Vol. 1, pp. 199–216). UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Kruse, O., Chitez, M., Rodriquez, B., & Castello, M. (2016). The European writing survey (EUWRIT): Background, structure, implementation, and some results. *Zurich University of Applied Sciences: Working Papers in Applied Linguistics*, *10*. Recuperado en 22 de agosto de 2024, de https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/1016

Lorenzo, M. (2020). Aplicaciones del análisis del discurso en la formación y capacitación de profesores de Ciencias Naturales. *Campo Universitario. Año 1*. N1, 15-28. ISSN: 2718-6121. Recuperado en 22 de agosto de 2024, de https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/135256/CONICET_Digital_Nro.84ea125c-8ec6-44b7-afcf-8f5170589ba9_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Yañez, R. León, G; Araya, J. (2020). Enseñanza de la argumentación escrita en estudiantes de ingeniería: Una experiencia de alfabetización académica. *Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad. RECUS. Vol 5. N 2*. 13-23. Recuperado en 22 de agosto de 2024, de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7685083.pdf

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1aNVktoWi2PaFvH2I3Z6ZSIK-a1gKB4eX/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA FOMENTANDO EL APRENDIZAJE ACTIVO

Maximiliano Iván Delletesse*

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de Ingeniería (FIO). Olavarría, Buenos Aires, Argentina. Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales – FIO, UNICEN. Olavarría, Argentina.
mdelletesse@fio.unicen.edu.ar

María Luisa Franchi

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de Ingeniería (FIO). Olavarría, Buenos Aires, Argentina.
luisafranchi7@gmail.com

Agustina Fernández

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de Ingeniería (FIO). Olavarría, Buenos Aires, Argentina.
agustinafalzuri@gmail.com

Luis Ignacio Rikal

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de Ingeniería (FIO). Olavarría, Buenos Aires, Argentina.
luis.rikal@fio.unicen.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta innovadora para la enseñanza de la unidad de Polímeros Sintéticos en la asignatura de Química Orgánica de la carrera de Ingeniería Química en la UNICEN. El objetivo es promover el desarrollo de competencias como la comunicación efectiva, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. La secuencia didáctica a implementar incluye actividades teóricas y prácticas en las que las y los estudiantes diseñen y ejecuten un protocolo experimental, y posteriormente comuniquen los resultados en formato oral. Para evaluar el desempeño de los estudiantes, se emplean herramientas como listas de cotejo y rúbricas que monitorean tanto las habilidades experimentales como el trabajo en equipo. La propuesta busca fomentar un aprendizaje activo, en el que las y los estudiantes asuman un rol protagonista y desarrollen autonomía en el laboratorio. Se proyecta realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de la implementación con el fin de mejorar la propuesta educativa y replicarla en otros contenidos de la asignatura.

Palabras clave: *competencias; laboratorio; Química Orgánica; listas de cotejo; rúbrica.*

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura Química Orgánica, dictada en el segundo cuatrimestre del segundo año de la carrera de Ingeniería Química (Facultad de Ingeniería, UNICEN), tiene como objetivo principal ofrecer una visión amplia y completa de los conceptos fundamentales de la química del carbono, la estructura de sus compuestos, síntesis, mecanismos de reacción y aplicaciones industriales.

A partir del año 2023, se implementó un nuevo plan de estudios en la carrera, lo que implicó una reestructuración de contenidos, carga horaria, un nuevo equipo integrado por cuatro docentes y, principalmente, la necesidad de incorporar *competencias en ingeniería* en el desarrollo de la asignatura. Entre

ISBN 978-987-47159-9-9

estas competencias se incluyen: (i) comunicación efectiva; (ii) identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería; y (iii) desempeño efectivo en equipos de trabajo (CONFEDI, 2014). Como una primera acción hacia la incorporación de competencias, desde el 2022 se desarrolló una innovación en la asignatura, incorporando múltiples formatos para la entrega de informes de laboratorio, con el objetivo de fomentar el desarrollo de la competencia de comunicación efectiva (Franchi y Delletesse, 2023).

Por otro lado, en la enseñanza y el aprendizaje de la química en nivel superior y universitario, prevalece el paradigma de transmisión-asimilación, caracterizado por la reproducción memorística de conocimientos. Este enfoque está estrechamente relacionado con una concepción altamente empirista del mundo y con un modelo conductista de enseñanza y aprendizaje (Salcedo et al., 2005). En particular, la Unidad 12 de Polímeros Sintéticos, desarrollada en Química Orgánica, se implementó bajo esta metodología hasta el año 2022, con dos clases teórico prácticas de 4 horas totales. Esta unidad abarca las nociones básicas de polímeros sintéticos, su clasificación, propiedades, síntesis y mecanismos de reacción asociados, así como polímeros de interés industrial y su impacto ambiental.

Por lo general, las prácticas de laboratorio en el nivel universitario, se llevan a cabo siguiendo protocolos pre-establecidos, con pasos estrictamente definidos que los estudiantes deben seguir. De este modo se considera a las y los estudiantes como receptores y reproductores pasivos. Estas prácticas constan principalmente de acciones motoras y, en menor medida, cognitivas; con instrucciones que no permiten cuestionamientos ni flexibilidad, buscando una única respuesta considerada "correcta". Este enfoque limita la posibilidad de errores y resultados inesperados, estableciendo una relación unidireccional entre la observación y la teoría, sin interacción entre ambos (Vezza, 2022). La falta de estrategias que fomenten la autonomía en los estudiantes, tanto en el aula como en el laboratorio, podría impactar negativamente en la calidad del aprendizaje. Esto se debe a que tales prácticas no se alinean con las competencias básicas de las carreras, carecen de un objetivo claro y no promueven el desarrollo de la autonomía, resultando en actividades simples que no requieren un razonamiento lógico avanzado por parte de los estudiantes (Mora-Aristega et al 2019).

Con el fin de implementar prácticas de laboratorio abiertas que aporten al desarrollo de las competencias mencionadas, se propuso durante el 2023 una nueva estrategia didáctica en la Unidad de Polímeros sintéticos. Se planteó una actividad donde las y los estudiantes se involucren en su propio aprendizaje con un rol más activo. A partir de una problemática contextualizada de ingeniería, se propuso el planteo de un diseño experimental, que luego sería ejecutado y finalmente presentado de manera oral al equipo docente. Esta metodología se implementó de forma cualitativa; es decir, no se desarrolló un instrumento para medir los resultados de la intervención. En este contexto, resulta fundamental contar con herramientas que permitan evaluar las competencias mencionadas anteriormente. A su vez, es relevante conocer el impacto de la propuesta que permita retroalimentar la práctica docente.

El objetivo de este trabajo es presentar una secuencia de actividades en la Unidad Didáctica de Polímeros sintéticos, que aporten al desarrollo de competencias y generar los instrumentos que permitan evaluar los resultados de la misma.

2. DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

2.1 Planificación de la secuencia didáctica

Se propone el desarrollo de la secuencia didáctica de Polímeros sintéticos, al finalizar los contenidos de hidrocarburos (alcanos, estereoisomería, alquenos y alquinos, aromáticos). Se plantea realizar en diferentes etapas, como se expresa en la Tabla I.

La etapa 1 se realizará durante la primera clase en la que se plantea contextualizar la temática. Se desarrollarán mediante una presentación de Prezi, los aspectos generales de Polímeros sintéticos: su estructura, propiedades fisicoquímicas, principal mecanismo de síntesis, su importancia técnica e impacto ambiental. Se propone una clase participativa, en la que, a través de preguntas, se orienta el desarrollo de contenidos. Posteriormente, se plantea la situación problemática a resolver (ver FIGURA 1. Actividad propuesta), criterios de evaluación y se agrupan los estudiantes al azar en dos equipos de trabajo de seis estudiantes.

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA I. *Etapas de la secuencia didáctica propuesta para la Unidad de Polímeros sintéticos.*

Etapas	***Rol de las/los estudiantes***	***Rol de las/los docentes***
1: Introducción teórica (1 h)	- Toman nota y participan del desarrollo teórico. - Se agrupan.	- Exposición de los aspectos fundamentales de la Unidad. - Presentación de la actividad problemática. - Organización de 2 grupos al azar.
2: Planificación de actividad experimental (2 h)	- Organizan roles en el equipo de trabajo. - Definen problemática. - Realizan búsqueda bibliográfica. - Debaten. - Elaboran un protocolo de laboratorio.	- Registran mediante lista de cotejo, los roles de las y los estudiantes y su participación. - Responden consultas de los grupos. - Orientan y cuestionan los protocolos diseñados por los grupos. - Marcan el ritmo y tiempo de trabajo.
3: Desarrollo experimental (1 h)	- Seleccionan materiales y reactivos necesarios. - Desarrollan el diseño experimental de acuerdo al protocolo planteado en la etapa 2.	- Acompañan a los grupos en el desarrollo experimental, enfocados en aspectos de seguridad del laboratorio. - Registran mediante rúbrica, las habilidades experimentales, el rol de las y los estudiantes y su participación.
4: Comunicación de resultados y cierre (1h)	- Elaboran un afiche. - Comunican los principales resultados en grupo, de manera oral, con el soporte del afiche (10 min). - Co-evalúan la presentación oral de sus compañeros mediante una lista de cotejo.	- Evalúan la presentación de los grupos mediante una lista de cotejo. - Abren un espacio de debate y reflexión de las actividades realizadas.
5: Autoevaluación (asincrónico)	- Completan una encuesta sobre su desempeño y participación en las etapas 2, 3 y 4.	- Se reúnen para reflexionar sobre la práctica docente. Registran en el diario docente las apreciaciones grupales.

Actividad propuesta:

Como parte del equipo de innovación y desarrollo de polímeros, sus directivos les solicitan que evalúen la variación de las propiedades físicas del polímero slime al modificar las concentraciones de reactivos. Para ello, consideren la síntesis básica del polímero tipo slime y los materiales y reactivos disponibles en el laboratorio (cola vinílica y bórax sólido).

Deberán presentarle a los supervisores el protocolo experimental (experiencias a realizar) que incluya: reactivos, material necesario, elementos de seguridad, procedimiento y mecanismo de reacción. Posteriormente realizarán los ensayos necesarios (1 hora) y finalmente comunicarán en forma oral al equipo directivo de la empresa los resultados obtenidos a través de la elaboración de una lámina como soporte para la presentación (dispondrán de 30 minutos para el armado de la lámina y 10 minutos para la exposición).

FIGURA 1. *Actividad propuesta. Situación problemática a resolver por los equipos*

La siguiente fase (etapa 2), se realiza a continuación. Durante la misma, los grupos de estudiantes, se abocan a resolver la problemática. El equipo docente adoptará el papel de observador, acompañando solo en caso de ser necesario y cuestionando algunas de las decisiones tomadas por las y los estudiantes, con la finalidad

ISBN 978-987-47159-9-9

de que puedan fundamentarlas o repensarlas. También, el grupo docente, realizará el registro mediante una lista de cotejo (instrumento 1) del desempeño de cada estudiante en la resolución de la problemática. La clase finaliza con la entrega del protocolo experimental.

Durante la etapa 3, se desarrollará la actividad experimental en dos comisiones, de acuerdo a sus protocolos escritos. Los grupos de estudiantes serán quienes lleven adelante la práctica experimental a partir de la organización del material y reactivos necesarios, registro de datos, atendiendo también a aspectos de seguridad, como el uso de elementos de protección personal. El equipo docente, acompañará y registrará mediante rúbrica individual (instrumento 2).

En la etapa 4, los grupos tendrán que elaborar un afiche en el que comuniquen sus resultados y se organicen para la presentación oral. A continuación, durante la etapa 5, se desarrollan las presentaciones orales de los grupos. Estas presentaciones serán coevaluadas por el otro grupo de estudiantes y evaluadas por el grupo docente, mediante una lista de cotejo (instrumento 3). Al finalizar las presentaciones, se abrirá un espacio de debate en el que se dará cierre a la actividad.

La última etapa, se plantea asincrónica, como un espacio de reflexión individual de las y los estudiantes y grupal, para el equipo docente. Es importante destacar que, los contenidos conceptuales (teóricos) desarrollados en la unidad, serán evaluados formalmente en el primer examen parcial.

2.2 Instrumentos de seguimiento

Con el fin de evaluar el desempeño de las y los estudiantes durante las etapas propuestas, es necesario emplear instrumentos que sean confiables, válidos, y que simplifiquen la tarea, brindando datos claros tendientes a la objetividad. En este trabajo, se propone utilizar como instrumentos la lista de cotejo y la rúbrica. Una lista de cotejo es una herramienta que facilita la identificación y el registro de aprendizajes relacionados con actitudes, habilidades y destrezas. Presenta una serie de indicadores de logro, permitiendo verificar en un único momento la presencia o ausencia de estos indicadores a través del desempeño del/la estudiante. Por su parte, la rúbrica detalla los niveles de dichos desempeños en la ejecución de una práctica. No solo señala la presencia de cada dimensión, sino que también especifica cómo se manifiestan esas dimensiones (Ministerio de Salud 2022).

Además, se realizará una encuesta a los y las estudiantes para conocer sus percepciones acerca de la propuesta de trabajo, como así también, retroalimentar la práctica con sus sugerencias.

El *instrumento 1* será una lista de cotejo en la que se abordará la planificación de la actividad experimental a través de la evaluación de tres criterios: discusión de la problemática, búsqueda bibliográfica y confección del protocolo experimental. El *instrumento 2* (TABLA II) es una rúbrica destinada a evaluar el desarrollo de la práctica experimental a través de cinco criterios.

TABLA II. *Instrumento 2: Desarrollo experimental*

Criterio	***Valoración***		
Desarrollo de la actividad experimental	No demuestra conocimiento del protocolo ni se involucra en su desarrollo	Se involucra en el desarrollo de la actividad experimental, siguiendo el protocolo con algunas variaciones o errores menores.	Se apega al protocolo mostrando una comprensión clara del procedimiento y ejecutando efectivamente el diseño experimental.
Manipulación de material y reactivos de laboratorio.	Demuestra desconocimiento sobre el uso de los materiales y reactivos.	Utiliza, en general, correctamente los materiales y reactivos, pero requiere alguna corrección por parte del equipo docente.	Utiliza los materiales y reactivos adecuadamente, sin necesidad de intervención del equipo docente.
Resolución de imprevistos en el laboratorio	No logra sortear problemáticas ni imprevistos sin intervención del equipo docente.	Propone posibles soluciones ante la aparición de imprevistos o problemas, buscando aprobación de las mismas por parte del equipo docente	Logra resolver imprevistos o problemáticas sin necesidad de consultar al equipo docente.

ISBN 978-987-47159-9-9

***Continuación* TABLA II.** *Instrumento 2: Desarrollo experimental*			
Criterio	***Valoración***		
Registro de datos	No participa en el registro de datos.	Registra datos aislados.	Registro datos mediante toma de notas, fotografías, videos, etc.
Trabajo seguro en el laboratorio	No demuestra conocimiento o interés en las buenas prácticas de utilización de los EPP (elementos de protección personal).	Utiliza los EPP solicitados, pero necesita correcciones.	Utiliza de manera correcta todos los EPP solicitados, sin necesidad de correcciones.

El *instrumento 3* (ver TABLA III), es una lista de cotejo que será también utilizada por las y los estudiantes para co-evaluar a sus pares en forma grupal.

Finalmente, en la encuesta se evaluará la percepción de las y los estudiantes respecto de las distintas etapas de trabajo (discusión y confección del protocolo, desarrollo experimental y presentación). También podrán realizar una reflexión personal y una autoevaluación respecto a su participación en el equipo de trabajo. Finalmente, podrán formular sus opiniones respecto al desempeño del equipo docente.

TABLA III. *Instrumento 3: Comunicación de los resultados*

Criterio de evaluación	***Indicadores***	***Si***	***Más o Menos***	***No***
Calidad del soporte	El contenido es ordenado y prolijo.			
	Visualmente atractivo.			
Calidad del contenido	La interpretación de resultados es correcta.			
	La simbología utilizada es adecuada.			
	Utilizan vocabulario claro y conocimiento específico.			
Calidad de la presentación	Participación de todos los integrantes.			
	Cumplen con el tiempo establecido.			
	Utilizan vocabulario claro y conocimiento específico.			
	La presentación se adecua al receptor propuesto.			
	Utilizan adecuadamente el soporte (afiche).			

3. CONCLUSIONES

La propuesta de intervención educativa en la Unidad de Polímeros Sintéticos podría aportar al desarrollo de competencias clave en los estudiantes de Ingeniería Química, tales como la comunicación efectiva, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. A través de la secuencia didáctica se espera que los estudiantes asuman un rol activo en su aprendizaje, participando en la planificación, ejecución y comunicación de un diseño experimental. La utilización de instrumentos de evaluación como listas de cotejo y rúbricas permitirá monitorear las habilidades puestas en juego por las y los estudiantes, favoreciendo una retroalimentación constructiva que puede mejorar la práctica docente. Asimismo, se espera lograr una mayor autonomía en los estudiantes a la hora de resolver problemas experimentales y comunicar sus resultados de manera efectiva, tanto en formato escrito como oral.

Cómo proyección futura, se propone realizar la implementación de la secuencia durante el segundo cuatrimestre 2024, y a partir de los datos recabados por los diferentes tipos de instrumentos, poder realizar una evaluación cuali-cuantitativa que permita establecer la fiabilidad de los mismos, el seguimiento del desarrollo la Unidad didáctica y la posibilidad de implementar esta metodología en otros contenidos de la asignatura.

ISBN 978-987-47159-9-9

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Facultad de Ingeniería, UNICEN por la financiación del proyecto “Desarrollo y evaluación de materiales didácticos y entornos de aprendizaje para aulas de ciencias naturales y tecnología” (I+D+i - FIO) en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONFEDI (2014). Competencias en Ingeniería. Declaración de Valparaíso. Ed. Fasta. Disponible en: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-delCONFEDI.pdf

Franchi, M. L., & Delletesse, M. (2023, octubre 5-6). *Comunicación efectiva en química* [Presentación en Jornadas]. En *IV Jornadas de Innovación Educativa 2023 "Dra. Adriana Cañizo"*. Olavarría, Buenos Aires, Argentina.

Ministerio de Salud de la Nación Argentina (2022). Guía para la elaboración de instrumentos de evaluación de residentes, Dirección Nacional de Talento Humano y Conocimiento. pp 5-7. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/03-2023-guia-herramientas-evaluacion-residentes.pdf

Mora-Aristega, A. M., Calderón-Angulo, R. J., Morales-Morejón, S. E., & Menéndez-Marquinez, C. A. (2019). La autonomía como valor superior en la construcción del conocimiento y el aprendizaje significativo. *Pol. Con.*, 4(10), 99-117. https://doi.org/10.23857/pc.v4i10.1160

Salcedo Torres, L. E., Villarreal Hernández, M. E., Zapata Castañeda, P. N., Rivera Rodríguez, J. C., Colmenares Gulumá, E., & Moreno Romero, S. P. (2005). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química en educación superior. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, VII Congreso.

Vezza, M. E. (2022). Prácticas de laboratorio de química biológica en la formación superior: Análisis de caso y sugerencias de mejora. *Educación*, 28(2), e2667. https://doi.org/10.33539/educacion.2022.v28n2.2667

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1rO6_1NwVFjSytcQYezHPGipQXfmfkktK/view

ISBN 978-987-47159-9-9

APRENDIZAJE AUTORREGULADO EN QUÍMICA: UN ANÁLISIS DE PREGUNTAS METACOGNITIVAS

Fabián Buffa*

Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Buenos Aires, Argentina.
fbuffa@fi.mdp.edu.ar

María B. García

Departamento de Educación Científica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Buenos Aires, Argentina.
bagarcia@mdp.edu.ar

Máximo Menna

Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Buenos Aires, Argentina.
maximomenna@gmail.com

Paola Massa

Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Buenos Aires, Argentina.
pamassa@fi.mdp.edu.ar

Resumen

Este estudio analizó las estrategias de aprendizaje autorregulado (AR) de estudiantes de química orgánica a través de preguntas metacognitivas sobre la próxima evaluación. Se utilizaron los modelos de Zimmerman y Pintrich para categorizar las preguntas, identificando un predominio de estrategias de aprendizaje como la repetición, la elaboración y la práctica, con menor énfasis en la planificación, el conocimiento metacognitivo y el contexto de aprendizaje. Los estudiantes mostraron preocupación por la comprensión de los contenidos y la búsqueda de estrategias adecuadas. Se recomienda fomentar la metacognición, la autoevaluación y la auto-observación para promover un aprendizaje más efectivo y autónomo. Se destaca la necesidad de estrategias pedagógicas que atiendan las necesidades individuales de los estudiantes y fomenten la colaboración y el apoyo social.

Palabras clave: *aprendizaje autorregulado; estrategias de aprendizaje; metacognición; autoevaluación; reflexión.*

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje autorregulado (AR) es un proceso fundamental para el éxito académico, especialmente en disciplinas como la química orgánica, que demanda un alto nivel de comprensión conceptual y la aplicación de habilidades de pensamiento de orden superior. El AR implica la capacidad del estudiante para planificar, monitorear y evaluar su propio aprendizaje, adaptando sus estrategias según sea necesario. Comprender las estrategias de aprendizaje autorregulado que utilizan los estudiantes de química orgánica puede proporcionar información valiosa para el diseño de intervenciones pedagógicas efectivas. Este trabajo explora las estrategias de AR empleadas por estudiantes de química orgánica en un contexto universitario, mediante el análisis de sus preguntas metacognitivas sobre la próxima evaluación. Se utilizan dos modelos de AR: el modelo de Zimmerman, que describe las fases de planificación, ejecución y autorreflexión, y el modelo de Pintrich, que define las

ISBN 978-987-47159-9-9

dimensiones de valoración de la tarea, expectativas de autoeficacia, metas, estrategias de aprendizaje, estrategias de autorregulación, conocimiento metacognitivo, orientaciones a metas, afecto y contexto de aprendizaje. Este análisis busca identificar las áreas de fortaleza y desafío en el aprendizaje autorregulado de los estudiantes, así como revelar las estrategias específicas que utilizan para abordar los temas más complejos de la química orgánica. Los hallazgos de este estudio podrían servir para informar estrategias de enseñanza y aprendizaje que promuevan un aprendizaje más efectivo y autónomo en los estudiantes.

2. MARCO TEÓRICO

El aprendizaje autorregulado (AR) se define como la capacidad de los individuos para planificar, monitorear y evaluar su propio proceso de aprendizaje, ajustando sus estrategias según sea necesario para alcanzar sus metas académicas (Zimmerman, 2000). En el ámbito de la química orgánica, un campo complejo que requiere un alto nivel de comprensión conceptual y habilidades de pensamiento de orden superior, el AR se vuelve fundamental para el éxito académico.

Para comprender el AR, se han desarrollado diversos modelos. Dos de los más utilizados son el modelo de Zimmerman (2000) y el modelo de Pintrich (2004). El modelo de Zimmerman describe el AR como un proceso cíclico que involucra tres fases interconectadas:

- Fase de planificación: El estudiante establece metas, analiza la tarea, selecciona estrategias de aprendizaje y se auto-motiva para el proceso. "La fase de planificación implica que los estudiantes establezcan metas, seleccionen estrategias y se preparen para la tarea" (Zimmerman, 2000, p. 14).

- Fase de ejecución: El estudiante monitorea su progreso, ajusta sus estrategias y responde a los desafíos que surjan durante el aprendizaje. "Durante la fase de ejecución, los estudiantes se involucran activamente en el aprendizaje, monitoreando su progreso y ajustando sus estrategias según sea necesario" (Zimmerman, 2000, p. 15).

- Fase de autorreflexión: El estudiante evalúa su desempeño, identifica áreas de mejora y adapta sus estrategias para futuras tareas. "La fase de autorreflexión implica que los estudiantes evalúen su desempeño, identifiquen las causas del éxito o el fracaso y ajusten sus estrategias para futuras tareas" (Zimmerman, 2000, p. 16).

Cada fase se compone de dimensiones específicas. Por ejemplo, la fase de planificación incluye la dimensión de análisis de la tarea, donde el estudiante evalúa la dificultad de la tarea y sus propias habilidades, y la dimensión de automotivación, donde el estudiante se motiva a través de la autoeficacia, el interés en la tarea y el establecimiento de incentivos.

El modelo de Pintrich (2004), por otro lado, se centra en las dimensiones del AR, las cuales incluyen la valoración de la tarea, las expectativas de autoeficacia, las metas de aprendizaje, las estrategias de aprendizaje, las estrategias de autorregulación, el conocimiento metacognitivo, las orientaciones a metas, el afecto y el contexto de aprendizaje. El modelo de Pintrich (2004) enfatiza que las creencias y las emociones, así como las estrategias cognitivas, influyen en el aprendizaje autorregulado.

2.1. La Importancia del AR en Química Orgánica

La Química Orgánica, debido a su naturaleza abstracta y compleja, presenta desafíos particulares para el aprendizaje. "Los estudiantes de química orgánica deben desarrollar una comprensión profunda de los conceptos, la capacidad de aplicar el razonamiento lógico y espacial, y la habilidad de interpretar información tridimensional" (Vollhardt & Schore, 2014, p. 1). Debido a estas características, la capacidad para autorregular el aprendizaje juega un papel fundamental en la superación de estos desafíos, por ejemplo, en los siguientes aspectos:

- Análisis y planificación: "Los estudiantes deben identificar las áreas de mayor dificultad, establecer metas de aprendizaje y seleccionar estrategias de estudio apropiadas" (Pintrich, 2004, p. 13).

ISBN 978-987-47159-9-9

- Manejo de la información: "Los estudiantes necesitan organizar la información, identificar los conceptos clave y desarrollar estrategias para recordar y aplicar el conocimiento adquirido" (Weinstein & Mayer, 2015, p. 12).
- Resolución de problemas: "Los estudiantes deben ser capaces de aplicar sus conocimientos a problemas específicos, identificar los pasos necesarios para la resolución y evaluar sus propias soluciones" (Zimmerman, 2000, p. 16).
- Autoevaluación: "Los estudiantes deben ser capaces de monitorear su progreso, identificar sus fortalezas y debilidades, y adaptar sus estrategias según sea necesario" (Pintrich, 2004, p. 14).

Esta información es de central importancia al momento de diseñar e implementar estrategias de enseñanza que contribuyan al avance de los estudiantes en sus carreras, así como la promoción de su autonomía para aprender (Zimmerman, 2008). Dentro de estas estrategias se pueden utilizar diversos instrumentos y técnicas con los que evaluar el desarrollo de esta capacidad, como por ejemplo: cuestionarios que “permiten explorar las creencias, las estrategias y el conocimiento metacognitivo de los estudiantes" (Weinstein & Mayer, 2015, p. 15); entrevistas que “brindan información más profunda sobre los procesos de pensamiento y aprendizaje de los estudiantes" (Zimmerman, 2000, p. 17) o “análisis de respuestas a tareas, trabajos y proyectos pueden revelar los patrones de AR de los estudiantes" (Pintrich, 2004, p. 16). Con el propósito de evaluar la autonomía de los estudiantes en términos de capacidad de autorregular su aprendizaje, el presente trabajo utiliza un enfoque basado en el análisis de preguntas metacognitivas en Química Orgánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Se espera que este análisis revele las estrategias y los desafíos específicos que enfrentan los estudiantes al abordar los temas de esta disciplina, brindando información valiosa para el desarrollo de estrategias pedagógicas más efectivas.

3. METODOLOGÍA

Este estudio exploratorio se centró en el análisis de las estrategias de aprendizaje autorregulado (AR) empleadas por estudiantes de Química Orgánica en un contexto universitario. Para ello, se analizaron las respuestas a una pregunta abierta formulada a través de un foro online, en el que se solicitó a los estudiantes que describieran las estrategias que utilizaron para estudiar los temas de la última semana, en vista a la próxima evaluación.

La muestra de estudio incluyó las respuestas de 66 estudiantes de las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, quienes cursaban la asignatura en el segundo cuatrimestre de 2022. Se analizaron las respuestas que correspondían a la siguiente pregunta abierta sobre estrategias de estudio: ¿Qué estrategias usaste para aprender los temas en esta última semana, en vista a la próxima evaluación?

El análisis de las respuestas se llevó a cabo utilizando el marco teórico del AR antes descripto. Se categorizaron las respuestas según las dimensiones relevantes de cada modelo (Zimmerman, 2000 y Pintrich, 2004), y se calcularon las frecuencias absolutas de cada categoría.

3.1. Categorización de las respuestas

- *Modelo de Zimmerman*: las respuestas se categorizaron en función de las tres fases del AR (planificación, ejecución, autorreflexión) y las dimensiones específicas de cada fase (por ejemplo, análisis de la tarea, automotivación, estrategias de aprendizaje, auto-evaluación, atribuciones causales, etc.).
- *Modelo de Pintrich*: las respuestas se categorizaron según las nueve dimensiones del AR (valoración de la tarea, expectativas de autoeficacia, metas de aprendizaje, estrategias de aprendizaje, estrategias de autorregulación, conocimiento metacognitivo, orientaciones a metas, afecto, contexto de aprendizaje).

Las categorías resultantes se presentaron en tablas de frecuencias absolutas, lo que permitió identificar los patrones de uso de estrategias de AR y las áreas de mayor interés para los estudiantes.

ISBN 978-987-47159-9-9

4. RESULTADOS

Tabla I. *Tabla de frecuencias absolutas de las dimensiones referidas en las respuestas de los estudiantes*

Dimensión	Frecuencia	Ejemplos
Valoración de la tarea	0	No se encontraron ejemplos
Expectativas de autoeficacia	0	No se encontraron ejemplos
Metas de aprendizaje	0	No se encontraron ejemplos
Estrategias de aprendizaje	68	Ver videos, leer libros, hacer ejercicios
Estrategias de autorregulación	18	Planificar el estudio, revisar el progreso
Conocimiento metacognitivo	7	Reflexionar sobre la comprensión, identificar dificultades
Orientaciones a metas	0	No se encontraron ejemplos
Afecto	0	No se encontraron ejemplos
Contexto de aprendizaje	5	Trabajar en grupo, consultar con compañeros y profesores

4.1. Explicación de las Dimensiones con Ejemplos

- Estrategias de Aprendizaje:
  - Repetición y elaboración: Resumir, hacer esquemas, mapas conceptuales, flashcards.
    - Ejemplo: "Hacer un resumen general", "Elaboración de flashcards".
  - Organización: Subrayar, organizar apuntes, planificar el estudio.
    - Ejemplo: "Subrayar lo más relevante".
  - Comprensión: Leer libros, ver videos, buscar información online.
    - Ejemplo: "Leer de libros", "Buscar información en libros".
  - Práctica: Resolver ejercicios, hacer parciales viejos, practicar mecanismos.
    - Ejemplo: "Hacer las guías", "Resolver los propuestos".

- Estrategias de Autorregulación:
  - Planificación: Establecer un plan de estudio, organizar el tiempo.
    - Ejemplo: "Fui intercalando por ratos de estudios de distintas materias".
  - Monitoreo: Revisar el progreso, identificar dificultades.
    - Ejemplo: "repasar lo repasado", "rever las guías".
  - Control: Ajustar el plan de estudio según sea necesario.
    - Ejemplo: "Buscar en internet temas que no me quedaron claros".

- Conocimiento Metacognitivo:
  - Conocimiento del aprendizaje: Comprender cómo se aprende mejor.
  - Conocimiento de la tarea: Comprender los requisitos de la tarea.
  - Autoconocimiento: Conocer las propias fortalezas y debilidades.
    - Ejemplo: "Tratar de explicar lo que entendi a mis compañeros".

- Contexto de Aprendizaje:

ISBN 978-987-47159-9-9

- Apoyo social: Trabajar en grupo, consultar con compañeros y profesores.
  - Ejemplo: "Trabajo en grupo", "consultar con mis compañeros".
- Entorno de aprendizaje: Utilizar recursos del aula, bibliotecas, etc.

El análisis realizado reveló patrones interesantes sobre el aprendizaje autorregulado. Se observó un predominio de estrategias de aprendizaje enfocadas en la repetición, la elaboración y la práctica, como resumir la teoría, resolver ejercicios, hacer mapas conceptuales o practicar mecanismos. Este hallazgo es coherente con investigaciones previas que sugieren que los estudiantes universitarios tienden a priorizar estrategias superficiales de aprendizaje sobre estrategias profundas (Pintrich, 2004).

Es destacable la presencia de preguntas que reflejan una cierta conciencia sobre estrategias de autoevaluación y el conocimiento metacognitivo. Sin embargo, la baja frecuencia de preguntas relacionadas con el contexto de aprendizaje y con las orientaciones a metas sugiere que los estudiantes podrían beneficiarse de explorar más a fondo sus motivaciones para el aprendizaje y las condiciones que favorecen su éxito.

Es importante considerar estos aspectos a la hora de diseñar intervenciones pedagógicas que promuevan el AR.

5. CONCLUSIONES

Este estudio ha proporcionado información valiosa sobre las estrategias de aprendizaje autorregulado que utilizan los estudiantes de Química Orgánica en un contexto universitario. Se observó un fuerte énfasis en las estrategias de aprendizaje, con una menor presencia de preguntas que reflejan las estrategias de autorregulación y el contexto de aprendizaje. A partir de estos resultados, se hace crucial fomentar la metacognición, la autoevaluación y la auto-observación para promover un aprendizaje más efectivo y autónomo. Para poder promover estas estrategias, se prevé integrar actividades de reflexión metacognitiva en las clases, fomentar el uso de estrategias de aprendizaje variadas y profundas, promover el trabajo en grupo y la colaboración entre estudiantes, y ofrecer apoyo individualizado para atender sus necesidades específicas. Creemos que las intervenciones pedagógicas que promuevan en ellos el desarrollo de habilidades de AR pueden mejorar el aprendizaje de esta disciplina y contribuir a su éxito académico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pintrich, P. R. (2004). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching. *Educational Psychologist, 40*(3), 119-130.

Vollhardt, K. P. C., & Schore, N. E. (2014). *Organic chemistry*. New York: W. H. Freeman.

Weinstein, C. E., & Mayer, R. E. (2015). L*earning and teaching strategies: Research-based methods to enhance student learning.* New York: Routledge.

Zimmerman, B. J. (2000). Self-regulation: The nature of the construct. *Theories of Learning, 1*, 1-18.

Zimmerman, B. J. (2008). *Investigating self-regulation and academic achievement: An overview*. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), Motivation and self-regulated learning: Theory, research, and applications (pp. 1-15). Routledge

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1hT4EpSIjR1CRhEDvq-i0k07YNgRwWT9A/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.33

EXPLORANDO LA QUÍMICA DE LOS FERTILIZANTES: PROPUESTA DIDÁCTICA CON ENFOQUE CTSA

María Paula Pelaez

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
mppescuelas@gmail.com

Rocío Belén Kraser

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
rbkraser@gmail.com

Resumen

Se presenta una propuesta didáctica con enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) destinada a estudiantes de quinto año de nivel secundario de escolarización para el abordaje del tema "Química en procesos industriales" a partir del estudio de los fertilizantes químicos. Abogando por una educación ambiental para todas las personas y en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se proponen actividades contextualizadas, a partir de las cuales, se procura el tratamiento curricular del tema en estudio desde una perspectiva integral con el propósito de fomentar en el alumnado el desarrollo de conocimientos y habilidades científicas, el trabajo colaborativo y la promoción de la conciencia ambiental.

Palabras clave: *alfabetización científica; procesos industriales; fertilizantes; enfoque CTSA; educación ambiental.*

1. FUNDAMENTACIÓN

La sociedad actual demanda la formación de ciudadanos y ciudadanas alfabetizados tanto científica como tecnológicamente. En este contexto, la enseñanza de la ciencia escolar enfrenta el desafío de proporcionar a los y las jóvenes herramientas que les permitan comprender y actuar sobre los problemas que afectan a la sociedad y tener una participación activa y responsable en ella (DGCyE, 2011); siendo capaces de entender a la ciencia como una construcción colectiva, reconociendo tanto sus alcances como sus limitaciones.

La implementación de propuestas didácticas con enfoque CTSA permite acercar la ciencia a la cotidianeidad del estudiante, haciéndola más accesible a todas las personas (Murillo Durán y Tirado Santamaría, 2020) siendo el objetivo principal de dicho enfoque el desarrollo de la cultura científica en los estudiantes, que los prepare para el ejercicio de una ciudadanía activa y consciente (Fernandes, Pires y Villamañán, 2014). En tal sentido, el estudio de los fertilizantes se convierte en una valiosa oportunidad para tratar contenidos curriculares de química en un contexto real y permite abordar de manera transversal cuestiones relacionadas con la educación ambiental.

Se entiende por fertilizante a todo material orgánico o inorgánico cuya función principal es proporcionar elementos nutrientes a las plantas, capaces de mejorar su crecimiento en un momento dado, bien porque no existen o porque se han agotado con el tiempo (Navarro García y Navarro García, 2023).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible abarca 17 Objetivos y 169 metas que integran la dimensión ambiental, económica y social del Desarrollo Sostenible. Dichas metas, constituyen un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad y requieren de la participación de todos los sectores de la sociedad y el Estado para su implementación (Naciones Unidas, 2018). En el ámbito de la agricultura, los ODS se centran en aspectos como la erradicación del hambre, la promoción de la salud de los ecosistemas y la adopción de prácticas agrícolas responsables. En este marco, conocer el contexto histórico en el que surge la producción

ISBN 978-987-47159-9-9

de los fertilizantes y la implicancia de estos productos en el medioambiente contribuye a la alfabetización científica y a la promoción de la sostenibilidad.

Considerando que la comunicación de la ciencia escolar constituye una valiosa oportunidad de poner ideas en común y teniendo en cuenta que TikTok es una de las redes sociales más usadas en la actualidad, se propone el diseño de un video educativo a partir de los contenidos trabajados. La difusión de dicho video permitió a su vez que los y las estudiantes se conviertan en agentes multiplicadores de saberes científicos.

En el presente trabajo, se describe la secuencia didáctica correspondiente a la intervención realizada con estudiantes de quinto año de nivel secundario. Se comparten los objetivos de la propuesta, las actividades desarrolladas y las conclusiones obtenidas.

2. OBJETIVOS

Se plantean como objetivos de la propuesta didáctica: que los y las estudiantes sean capaces de establecer relaciones entre los contenidos de ciencia escolar y su aplicación en un contexto real; conocer el contexto histórico en el que surgen los fertilizantes y estudiar las reacciones químicas implicadas en la producción de dichas sustancias; evaluar el impacto ambiental asociado a la producción y empleo de fertilizantes y promover la discusión de prácticas sostenibles; fomentar el trabajo colaborativo; inspirar futuras vocaciones científicas.

3. CONTEXTO CURRICULAR

La secuencia didáctica presentada se llevó a cabo con estudiantes de quinto año de educación secundaria y se desarrolló en ocho clases de una hora reloj cada una. Las actividades realizadas se enmarcaron en la materia Introducción a la Química, en el eje temático “Química en procesos industriales”; según el diseño curricular de la Provincia de Buenos Aires (DGCyE, 2011). El tratamiento de los contenidos que componen dicho eje, posibilita el establecimiento de relaciones entre los conceptos disciplinares con situaciones del ámbito científico y/o aplicaciones tecnológicas que resultan de importancia por su impacto social. En tal sentido, el ejemplo de la producción de amoníaco, como proceso químico de relevancia industrial, es un caso de estudio interesante ya que posibilita el análisis de la producción de fertilizantes y permite trabajar con aspectos vinculados a la construcción del conocimiento en la comunidad científica.

4. METODOLOGÍA

4.1 Actividad lúdica inicial

Para dar inicio al estudio de los grupos funcionales orgánicos, se realizó una actividad lúdica. Para ello, se conformaron cuatro grupos de trabajo, integrados por cinco participantes cada uno. Esta actividad introductoria consistió en una adaptación del juego popular llamado “Tabú”, el cual, se basa en describir palabras claves a tus compañeros/as de equipo, quienes tienen que adivinarlas sin mencionar ciertas “palabras tabú”, que son aquellas que normalmente se usarían para explicar la palabra clave. En este contexto, a cada equipo se le asignaron dos de los siguientes ejemplos de palabras clave: vinagre, quitaesmalte, explosivos, fertilizantes, alcohol en gel, anestesia, cigarrillos, manzana, entre otros. Posteriormente, cada grupo de trabajo tuvo la tarea de diseñar una tarjeta/ficha para los ejemplos dados. Para la construcción de cada ficha fue necesario investigar en diversas fuentes de información acerca de las propiedades y aplicaciones de las sustancias asignadas. De esta forma, cada grupo armó ocho tarjetas. A modo de ejemplo, se muestra una tarjeta diseñada por un equipo de trabajo (FIGURA 1).

Antes de dar inicio al juego, con el objetivo de que haya un mayor número de palabras para adivinar, la docente entregó a cada grupo algunas tarjetas adicionales que se sumaron a las diseñadas. Una vez creadas todas las fichas, se solicitó a cada equipo intercambiar sus tarjetas con las de otro grupo. Se estipuló un tiempo de 60 segundos por turno para descubrir la mayor cantidad posible de palabras clave.

ISBN 978-987-47159-9-9

Fertilizante
Suelos
Campos
Nutrientes
Plantas
Crecimiento

FIGURA 1. *Tarjeta del juego "Tabú" diseñada por un grupo de estudiantes.*

4.2 Reconocimiento de grupos funcionales

Una vez culminada la actividad lúdica, se presentó al alumnado un cuadro comparativo en el que se mostraron las palabras claves empleadas con anterioridad. Junto a ellas, se incluyó la fórmula química y la nomenclatura de algún compuesto orgánico presente en dicho ejemplo. Se muestra un extracto del cuadro empleado (FIGURA 2). Por ejemplo, para la palabra clave "fertilizante" se nombra a la urea o carbamida y se expone la fórmula química de dicho compuesto.

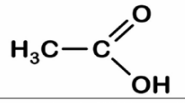
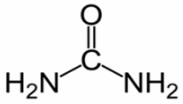
Grupo funcional	Estructura general	Ejemplos registrados en la actividad lúdica		
		Palabra clave	Nombre del compuesto organico	Estructura Química del compuesto
		Vinagre	Ácido acético	
		Fertilizante	Urea	

FIGURA 2. *Extracto del cuadro comparativo empleado para la identificación de grupos funcionales en diferentes compuestos orgánicos.*

Posteriormente, a partir de las estructuras generales proporcionadas por el material bibliográfico entregado, el estudiantado debió identificar mediante referencias al grupo funcional característico de los compuestos orgánicos abordados en el juego del "Tabú". De esta forma, se logró el reconocimiento de los grupos funcionales presentes en ácidos carboxílicos, alcoholes, cetonas, aldehídos, éteres, ésteres y amidas.

4.3 Salida educativa: Ciencia escolar aplicada al contexto real

El proceso Haber-Bosch es una reacción química utilizada en la industria para producir amoníaco, un compuesto fundamental en la fabricación de fertilizantes y otros productos químicos. La síntesis de dicho compuesto es un tema importante en la educación científica, ya que permite comprender conceptos fundamentales de química, contribuir a crear conciencia sobre el impacto ambiental de los procesos industriales y promover el desarrollo de soluciones más sostenibles. En este marco, se profundizó el estudio de las amidas, cuyo grupo funcional se puede reconocer en la urea o carbamida, un fertilizante granulado aplicado a los cultivos para que reciban los nutrientes necesarios y así, optimicen su rendimiento.

Con el fin de valorar la importancia de otros contextos formativos fuera del aula, capaces de propiciar el conocimiento científico, se planificó una salida educativa a la empresa Profertil. En la misma, se producen y comercializan, entre otros productos, urea granulada y amoníaco.

La visita a la planta de producción permitió conocer los procesos industriales de elaboración de sus productos, las reacciones químicas implicadas, los controles de calidad que se llevan a cabo y las acciones realizadas por la compañía para cumplir con los ODS.

ISBN 978-987-47159-9-9

4.4 Integración y difusión de saberes científicos

Para profundizar los conceptos abordados en la salida educativa, se realizó un trabajo práctico integrador respecto a la síntesis del amoníaco mediante el proceso Haber-Bosch y a la obtención de la urea. A partir del mismo, los y las estudiantes observaron un video denominado *"La reacción química que alimenta al mundo",* analizaron datos y porcentajes, respondieron interrogantes referidos a las condiciones y las propiedades fisicoquímicas de las sustancias que intervienen en dichos procesos, investigaron las aplicaciones de los productos sintetizados. Además, desarrollaron estructuras de Lewis, describieron cómo y en qué contexto surge la necesidad de sintetizar amoníaco a mayor escala, identificaron las reacciones implicadas y balancearon sus ecuaciones químicas.

Considerando que el uso de fertilizantes se relaciona con una gran parte de los ODS, como consigna final del trabajo integrador, se propuso al estudiantado la realización de una búsqueda de información en navegadores web con el propósito de analizar cuáles de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible están implicados en la producción y el uso de fertilizantes químicos. Posteriormente, se generó un espacio de discusión en el cual se socializaron las respuestas de cada grupo de trabajo y se debatió acerca de cuáles de dichos ODS hubiera promovido el Proceso de Haber-Bosch original y cuáles hubiera transgredido, estableciendo una comparación con el proceso productivo actual.

Finalmente, con el objetivo de compartir con la comunidad los saberes aprendidos, fomentar la creatividad y aumentar la motivación del estudiantado; se propuso al grupo clase la participación en un concurso organizado por la empresa Profertil y difundido con el hashtag #Profertilenlaescuela. En tal sentido, el grupo clase diseñó de manera colaborativa un video relacionado con su experiencia durante la visita, en el cual, se mostraron diferentes aspectos del proceso de producción de la urea (FIGURA 3). El mismo, fue difundido a través de la red social TikTok.

Debido a la cantidad de likes alcanzados, el video resultó ser el ganador mensual del concurso, por lo que la empresa premió a cada estudiante, a la docente y a la institución educativa.

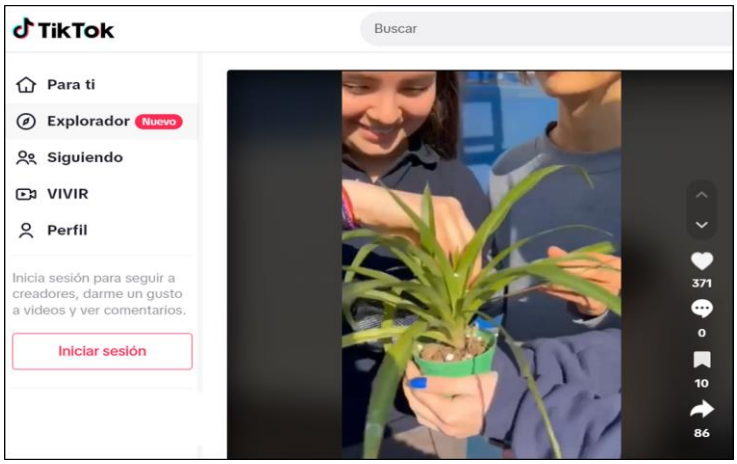


FIGURA 3. *Captura de pantalla del video de TikTok diseñado por los y las estudiantes para participar del concurso organizado por la empresa Profertil.*

5. CONCLUSIONES

El abordaje de los contenidos curriculares desde el enfoque implementado resultó sumamente enriquecedor ya que permitió una visión integral y significativa del tema en estudio. A lo largo de las actividades realizadas, se logró una participación colaborativa, comprometida y responsable por parte del estudiantado. Asimismo, se pudo evidenciar una mayor motivación del grupo clase y un trabajo activo en un ambiente ameno y propicio para el aprendizaje. En este sentido, consideramos que la propuesta didáctica favoreció el intercambio y la difusión de conocimientos, valores y prácticas ambientales; contribuyendo así a la alfabetización científica y

ISBN 978-987-47159-9-9

a la formación de ciudadanas y ciudadanos críticos, participativos y responsables en el cuidado del ambiente y en el desarrollo de la sostenibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a las autoridades y estudiantes de quinto año del Colegio Martín Miguel de Güemes de la ciudad de Bahía Blanca y a la Universidad Nacional del Sur por la financiación del Proyecto de Grupo de Investigación (24/Q124) en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires (DGCyE) (2011). *Diseño Curricular para la Educación Secundaria 5º año: Introducción a la Química.* Coordinado por Claudia Bracci y Marina Paulozzo (1ra ed). http://servicios.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/secundaria/quinto/materias_comunes/quimica.pdf

Fernandes, I., Pires, D. y Villamañán, R. (2014). Educación Científica con enfoque Ciencia-Tecnologí- Sociedad-Ambiente. Construcción de un Instrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. *Formación universitaria, 7*(5), 23-32. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062014000500004

Murillo Durán, M. C.; Tirado Santamaría, E. (2020). Enfoque Ciencia Tecnología Sociedad y Ambiente CTSA como estrategia para el aprendizaje de la química en estudiantes de secundaria. *Cultura Educación y Sociedad, 11*(2), 270–284. https://doi.org/10.17981/culteduso c.11.2.2020.17

Naciones Unidas (2018), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content

Navarro García, G. y Navarro García, S. (2023). *Fertilizantes. Química y acción* (2ª ed.). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1icpMfJwwufY57xCX8kdR_N0ypwMGCS8N/view

ISBN 978-987-47159-9-9

UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA DE QUÍMICA EN CONTEXTO A PARTIR DE LA PROBLEMÁTICA EN SALUD DE CONSUMO DE AGUA CON ARSÉNICO

Martin Pérgola

Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina. martinpergola@ccpems.exatcas.uba.ar

Natalia Sabatini

Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina.

Resumen

En el presente trabajo presentamos el análisis de la implementación de una unidad didáctica en el marco de un proyecto de investigación sobre el enfoque de Química en Contexto, y los posibles vínculos entre los modelos químicos y los escenarios de contexto de salud y enfermedad. La secuencia didáctica se generó en torno a la problemática del hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE), y se implementó en la materia química de una institución escolar de modalidad para adultos. Como resultado preliminar de la investigación presentamos algunos avances y reflexiones didácticas como perspectivas para profundizar en la indagación de escenarios de contexto adecuados para la enseñanza de la química. En particular destacamos las problemáticas de salud y enfermedad como contextos potentes para abordar desde la química escolar.

Palabras clave: *química en contexto; modelización; salud; arsénico; multirreferencialidad.*

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es parte de una investigación más amplia diseñada y desarrollada desde el grupo "Perspectivas Críticas para la enseñanza de la Salud y la Enfermedad", dirigido por Andrea Revel Chion. Dicha investigación tiene como objetivo indagar acerca de los vínculos entre la enseñanza de la química y de la salud en el contexto educativo, desde el enfoque de la contextualización de la enseñanza y la modelización científica escolar.

Para llevar adelante la investigación se diseñó e implementó una unidad didáctica desde el enfoque de química en contexto (también denominado contextualización de la química, ciencia en contexto, o enseñanza de las ciencias naturales en contexto), centrada en una problemática de salud ligada al consumo de agua contaminada con arsénico.

La unidad se implementó en un tercer año de una institución secundaria de modalidad para adultos, por lo cual se trató de una población de estudiantes mayores de 18 años.

El objetivo de este trabajo es presentar algunos resultados preliminares ligados a la relevancia de utilizar problemáticas de la vida real para enseñar modelos químicos, y cómo eso podría impactar en los alumnos y los docentes.

2. MARCO TEÓRICO

El hidroarsenicismo crónico regional endémico (HACRE) es una enfermedad provocada por el consumo de agua contaminada con arsénico durante muchos años. Desde esta perspectiva puede considerarse que se trata de una intoxicación crónica de arsénico de larga evaluación (Litter et al., 2020a, 2020b, Pérgola y Revel Chion, 2024). Esta enfermedad afecta a cientos de millones de personas alrededor del mundo y en particular en Latinoamérica, Argentina es el país más afectado pues se estima que hay 4 millones de personas que

potencialmente podrían estar consumiendo agua contaminada con arsénico (Litter et al., 2020a, 2020b, Pérgola y Revel Chion, 2024).

Explicar el comportamiento del arsénico en el ambiente, en los cursos de agua y en los minerales, así como su comportamiento en el organismo humano, requiere apelar a complejos modelos químicos, biológicos y bioquímicos. Asimismo, explicar las causas sociales (económicas, geográficas, políticas) por las cuales en pleno siglo XXI un porcentaje significativo de personas sigue consumiendo agua contaminada con arsénico (aproximadamente el 10% de la población argentina), supone apelar a modelos propios de las ciencias sociales. Es en este sentido que asumimos que este tipo de problemáticas se caracterizan por ser multicausales, y por lo tanto, para abordarlas, es necesario una perspectiva multirreferencial (Pérgola y Revel Chion, 2024; Revel Chion, 2015).

Desde la perspectiva química, el abordaje de la enfermedad implica poder explicar el comportamiento del arsénico como elemento químico en la naturaleza mediante modelos de solubilidad de sustancias y de uniones químicas, así como su comportamiento en el cuerpo humano, mediante modelos bioquímicos que incluyen el metabolismo celular, la síntesis de proteínas y de ATP, entre otros factores. Es decir, en todos los casos se trata de modelos complejos para cursos básicos de química de escuela media.

En este punto consideramos particularmente relevante una enseñanza de las ciencias basada en la modelización y la contextualización para promover el aprendizaje de los modelos químicos escolares, con la finalidad de formar sujetos que puedan actuar en el mundo con pensamiento crítico sustentado científicamente.

En cuanto a la modelización, desde la perspectiva epistemológica del realismo constructivo (Giere, 1992; 2006), los modelos son entes abstractos imaginísticos que actúan como mediadores entre las conceptualizaciones teóricas y los fenómenos de la realidad (Adúriz Bravo, Labarca y Lombardi, 2014). La relación entre los modelos y la realidad es de similaridad, pareciéndose en distintos grados. Por lo tanto, asumimos que operando las transposiciones didácticas adecuadas podrían construirse modelos de ciencia escolar (Izquierdo et al. 1999) que permitieran explicar distintos fenómenos como los que presentamos con la enfermedad del HACRE, sin tener que recurrir a los modelos químicos eruditos.

En lo que se refiere a la contextualización, numerosas investigaciones en didáctica de las ciencias de las últimas décadas han hecho recomendaciones para incorporar propuestas de enseñanza de ciencia en contexto (Caamaño, 2018; Marchán Carvajal y Samartí, 2015; Galagovsky y Pérgola, 2017; Pérgola y Galagovsky, 2014; 2020). Desde este enfoque se promueve el tratamiento educativo de problemáticas de la vida real, donde los alumnos tengan que aplicar modelos científicos para poder explicarlas.

En resumen, la enfermedad del HACRE resulta una oportunidad para tratar en las clases de química una problemática relevante desde el punto de la salud pública en Argentina. Mediante este enfoque, los alumnos podrían construir explicaciones sobre la enfermedad, sustentadas en modelos químicos, que promoverán una intervención social y ciudadana consciente (Pérgola y Revel Chion, 2024; Revel Chion y Adúriz-Bravo, 2021a, 2021b).

3. METODOLOGÍA

Para llevar adelante la indagación se desarrolló una secuencia didáctica construida colaborativamente entre el investigador y la docente del curso donde se implementaría la misma. Se diseñó una secuencia donde se presentaría la problemática del HACRE desde la perspectiva multicausal mencionada y se propondrían actividades de enseñanza de los modelos químicos necesarios para abordar algunos aspectos de la problemática.

En relación a los contenidos químicos que se enseñarían se eligió encararlos de acuerdo a una serie de ideas químicas indispensables para comprender los conceptos de solubilidad o toxicidad crónica. Considerando que los alumnos de la institución no habían cursado previamente contenidos de química se eligió trabajar sobre modelos de solubilidad sencillos que permitieran explicar las razones por las cuales a pesar de que el agua tenga la apariencia de pureza para nuestros sentidos, puede tener sustancias en solución.

De esta forma, se eligió deliberadamente evitar centrar la enseñanza en los contenidos prescriptos por el diseño curricular y los programa de química tradicionales, adoptando una propuesta de enseñanza de modelos químicos que permitieron explicar algunas ideas sencillas como por ejemplo que el agua puede tener sustancias

ISBN 978-987-47159-9-9

disueltas (a nivel submicroscópico) aunque no se vean dichas sustancias, y por consiguiente se vea y tenga sabor a agua pura, sin profundizar en la idea química de electrolitos o de la solubilidad de sales que pueden disociarse en cationes y aniones

La problemática del HACRE se presentó al conjunto de la clase mediante una narrativa adaptada del libro "*Educación para la salud. Enfoques integrados entre salud humana y ambiente"* (Revel Chion, 2014), donde se relata la aparición de esta enfermedad en Bangladesh en las décadas de 1970 y 1980.

La secuencia se implementó en una escuela de modalidad para adultos de la zona sur de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, con una población de estudiantes mayores de 18 años.

El análisis de las decisiones tomadas para confeccionar la secuencia se realizó mediante un enfoque cualitativo con elementos de la teoría fundamentada con el fin de detectar categorías emergentes que contribuyeran a generar conceptualizaciones teóricas en torno al enfoque de Ciencia en Contexto (Glaser y Strauss, 1967; Soneira, 2006). Durante el armado y la implementación de la secuencia se realizaron entrevistas abiertas con la docente del curso donde, a partir de las cuales se generaron distintas categorías que permitieron arribar a algunos resultados preliminares, que se presentan en la siguiente sección.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de las entrevistas realizadas con la docente del curso, se desarrollaron una serie de reflexiones didácticas que presentamos a modo de resultados preliminares, que nos permitieron pensar nuevas expectativas y posibles análisis sobre algunos elementos no relevados en este trabajo. Queda pendiente para su presentación futura el análisis de los datos provenientes de distintos instrumentos (no mencionados en este trabajo) realizado *a posteriori* de la implementación de la secuencia.

Resumimos esas reflexiones didácticas en tres grandes grupos que consideramos podrían ser categorías de análisis para futuras implementaciones de unidades didácticas bajo el enfoque de Enseñanza de Ciencias Naturales en Contexto.

4.1. Sobre los modelos y las ideas químicas

Fue necesario hacer una selección de modelos químicos presentes en el diseño curricular, así como una readaptación de los mismos, con el fin de elaborar modelos pertinentes para poder abordar la problemática del HACRE, adecuados al contexto educativo de una escuela de modalidad para adultos, con una población de estudiantes mayores a 18 años, con escasos o nulos conocimientos sobre modelos químicos.

La readaptación de esos modelos químicos estuvo orientada por la necesidad de explicar aquellas ideas químicas que se habían planteado como indispensables para entender aspectos como, por ejemplo, la solubilidad del arsénico en el agua.

En este sentido resultó de utilidad pensar en cuáles eran las ideas químicas centrales que pretendían enseñarse con la secuencia didáctica, y pensar desde esas ideas la transposición didáctica apropiada de los modelos químicos que sustentan dichas ideas.

4.2. Sobre la inclusión de problemáticas genuinas en las clases de química

Según la opinión de la docente la percepción de los alumnos sobre la problemática presentada fue positiva. De acuerdo a sus comentarios, lo que generó una recepción positiva, interés y motivación fue el hecho de poder abordar una problemática genuina como la de consumo de agua contaminada desde el conocimiento científico, en particular de la química y la físico-química.

En este sentido, si bien la zona donde se encuentra la institución escolar y los alumnos donde fue implementada la secuencia no consumen agua contaminada con arsénico, sí están interiorizados con otros tipos de contaminantes como los que pueden encontrarse en el agua del Riachuelo o del Río de la Plata, cercanos a la escuela.

Estos resultados nos permitieron destacar la relevancia que tiene la enseñanza de modelos químicos que permitan efectivamente actuar como mediadores para intervenir en la realidad con una perspectiva científica.

ISBN 978-987-47159-9-9

En particular, destacamos que las cuestiones ligadas con aspectos de salud y enfermedad son un contexto interesante y desafiante (entre otros posibles) para enseñar modelos químicos que permitan intervenir en los mismos (Pérgola y Revel Chion, 2024).

4.3. Sobre los programas de química y los diseños curriculares

Los programas escolares de química, así como los diseños curriculares presentan una extensión que no puede ser abordada en clases de dos horas una vez por semana. Esto conduce a que los docentes tiendan a trabajar los contenidos sin dedicarles el tiempo necesario o a que elijan qué contenidos enseñar, sin demasiados criterios de selección. La docente que implementó la secuencia didáctica que se presenta en este trabajo manifestó en reiteradas oportunidades durante las entrevistas, que el tiempo con el que contaba para enseñar los temas que figuraban en el diseño curricular, era insuficiente.

Esta presión que sufren los docentes por cumplir con las prescripciones del diseño curricular conduce a que en muchos casos se muestren reticentes a incorporar prácticas y materiales didácticos innovadores en sus propias clases.

Si bien esta tensión no tiene una solución sencilla, consideramos que la elección de problemáticas contextualizadas para enseñar modelos químicos, son una alternativa interesante para pensar en adaptaciones y recortes adecuados de los modelos que se quieren enseñar. Es decir, los contextos permiten establecer criterios de selección de los modelos que se enseñarán, así como la profundidad y el alcance con que se realizará.

5. CONCLUSIONES

La inclusión de problemáticas mediante el enfoque de Enseñanza de las Ciencias Naturales en Contexto resulta una alternativa didáctica innovadora potente para incluir en la enseñanza de la química en distintos niveles educativos. Asimismo, las temáticas relacionadas con aspectos de salud y enfermedad como es el caso del HACRE en Argentina y Latinoamérica, son un buen contexto para promover la enseñanza de modelos químicos.

En la secuencia didáctica implementada se buscó particularmente trabajar sobre ciertas ideas químicas que facilitaran el aprendizaje del modelo de solubilidad de sustancias, para poder explicar, en el contexto educativo la problemática del HACRE. Estas ideas y modelos químicos deberían poder ser funcionales para los alumnos para explicar otros problemas relacionados con el consumo de agua, que no estuvieran directamente relacionados con la contaminación por arsénico. Este aspecto resultaba importante para la población donde se implementó la secuencia didáctica, que nunca habían cursado (y nunca cursarían en el futuro) materias de química escolar.

El abordaje educativo desde esta perspectiva resulta particularmente potente para fomentar una de las principales finalidades actuales de la enseñanza en ciencias, que supone que quienes egresan de la enseñanza media deben ser capaces de intervenir en el mundo con pensamiento crítico científico.

Consideramos como perspectiva a futuro la necesidad de presentar un análisis más profundo de la puesta en práctica de la secuencia didáctica, derivada del registro de datos realizado a posterioridad de la implementación. Asimismo, queda pendiente la necesidad de realizar nuevos ciclos de implementaciones de la secuencia didáctica, así como su análisis, que propiciarán nuevas reflexiones acerca de las propuestas de química en contexto ligadas con: los aprendizajes que lograron los alumnos, la motivación que despierta el uso de un enfoque contextualizado, los posibles vínculos entre las problemáticas de salud (tradicionalmente abordados desde una perspectiva biologicista) y los modelos químicos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad de Buenos Aires por la financiación del proyecto UBACyT “La reflexión sobre la práctica basada en la construcción colectiva de sentidos a partir de los aportes de las didácticas de las ciencias naturales y la matemática” (20020220400317BA) en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz-Bravo, A., Labarca, M. y Lombardi, O. (2014). Una noción de modelo útil para la formación del profesorado de química. En C. Merino, M. Arellano y A. Adúriz-Bravo (eds.), *Avances en didáctica de la química: modelos y lenguajes* (pp. 37-49). Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso.

Galagovsky, L. R., & Pérgola, M. (2017). Química en Contexto: una experiencia didáctica basada en la adaptación del programa alemán Chemie im Kontext (ChiK) en España y Argentina. *Enseñanza de las Ciencias,* (Extra), 0619-624.

Giere, R. (ed.). (1992). *Cognitive models of science*. University of Minnesota Press.

Giere, R. (2006). *Scientific perspectivism*. The University of Chicago Press.

Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. Chicago: Aldine Press.

Izquierdo, M., Espinet, M., García, M.P., Pujol, R., y Sanmarti, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las ciencias*. Nro. extra. 79-92.

Litter, M. I., Armienta, M. A., Villanueva Estrada, R. E., Villaamil Lepori, E. C., & Olmos, V. (2020a). Arsenic in latin America: part I. *Arsenic in Drinking Water and Food*, 71-112.

Litter, M. I., Armienta, M. A., Villanueva Estrada, R. E., Villaamil Lepori, E. C., & Olmos, V. (2020b). Arsenic in latin America: part II. *Arsenic in Drinking Water and Food*, 113-182.

Marchán, Iván y Sannmartí, Neus (2015). Potencialitats i problemàtiques dels projectes de química en context, *Educació Química EduQ,* 20, 4-12.

Pérgola, M., & Galagovsky, L. (2014). Puesta a prueba de una unidad didáctica dentro del enfoque de química en contexto. *Revista de Educación en la Química, 20*(2), 143-155.

Pérgola, M. & Galagovsky, L. R. (2020). Enseñanza en contexto: la importancia de revelar obstáculos implícitos en docentes. *Enseñanza de las Ciencias, 38*(2), 0045-64.

Pérgola, M., y Revel Chion, A. (2024). Una propuesta de abordaje multirreferencial del HACRE: posibles vinculaciones entre química y salud. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *19*(2), 273–289. https://doi.org/10.14483/23464712.21444

Revel Chion, A. (2015). *Educación para la salud. Enfoques integrados entre salud humana y ambiente. Propuestas para el aula.* Buenos Aires: Paidós.

Revel Chion, A. y Adúriz-Bravo, A. (2021a). In sickness and in health: Narratives on epidemics as tools for science teaching in secondary schools. *Science and Education,* (31), 269-291. https://doi.org/10.1007/s11191-021-00258-3

Revel Chion Giavino, A. y Adúriz-Bravo, A. (2021b). Narrativas para abordar temáticas de salud y enfermedad con profesores de ciencias. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (N. extra.), 465-469.

Soneira, A. J. (2006). La teoría fundamentada en los datos (Grounded Theory) de Glaser y Strauss. En I. Vasilachis (Ed.), Estrategias de investigación cualitativa (pp. 153-173). Barcelona: Gedisa.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1oJD3ozGmjG2MzDG-PsCgb3zVNJ8WBJwo/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EL SISTEMA DE ESCRITURA CHINA Y LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS, UNA EXPERIENCIA INTERCULTURAL

Andrea de los Ángeles Blengini

Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.
andreablengini192@gmail.com

Resumen

La enseñanza de la química en secundaria enfrenta el reto de hacer accesibles conceptos abstractos, como los elementos de la tabla periódica. En este trabajo se presenta una experiencia educativa que integra el sistema de escritura chino con la tabla periódica. Mediante el uso como herramientas pedagógicas de materiales visuales y juegos interactivos. La actividad se realizó con estudiantes de 4° año de nivel secundario, quienes exploraron las relaciones entre los caracteres chinos y los símbolos de los elementos. Se usaron tarjetas de colores y juegos en línea para fomentar el aprendizaje colaborativo. Los estudiantes identificaron patrones en los caracteres y símbolos químicos, lo que facilitó la comprensión del tema desde una perspectiva intercultural. La experiencia resaltó la importancia de una enseñanza integradora y visual, aunque se registró la limitación de tiempo para profundizar en algunos conceptos. La iniciativa promueve una visión multicultural del conocimiento científico y fomenta el aprendizaje significativo en química.

Palabras clave: *enseñanza de la química; Tabla periódica; caracteres chinos; interculturalidad; aprendizaje colaborativo.*

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química en niveles secundarios presenta el desafío constante de hacer comprensibles conceptos abstractos, como la naturaleza de los elementos de la tabla periódica y sus propiedades. En este contexto, la incorporación de enfoques innovadores y metodologías interculturales puede ofrecer nuevas oportunidades de aprendizaje significativo. Reconocemos que el lenguaje químico presenta diferentes niveles, cada uno con su dificultad asociada (Galagovsky y Bekerman, 2009), que es indispensable conocerlo para poder comprender la química como lenguaje especializado, y que adquirirlo puede compararse al aprendizaje de una lengua extranjera (Pardo, 2016). Según el RENAPER (Ministerio del Interior de Argentina, 2022, p.24), los migrantes chinos censados en 2022 ascienden a 51361, este dato no contempla la migración por vías no legales. Cómo resultado de esta migración, las aulas argentinas han comenzado a mostrar lentamente una población culturalmente más diversa, con un componente asiático hasta ahora poco frecuente. Estos datos se tuvieron en cuenta al elegir el idioma chino como base para el desarrollo del trabajo. Como sugiere Lee (Lee, 2001), la diversidad cultural en las aulas estimula la indagación docente sobre cómo incluir los aspectos interculturales en la enseñanza de las ciencias. Partiendo de esta pregunta, este trabajo presenta una experiencia educativa con el objetivo de explorar una relación entre el sistema de escritura chino y la tabla periódica de los elementos como herramienta pedagógica para el aprendizaje de los estudiantes.

A través de la integración de materiales visuales, juegos interactivos y analogías, la actividad buscó no solo motivar el interés por la química, sino también fomentar la comprensión concreta de cómo los nombres y símbolos de los elementos pueden entenderse desde diferentes perspectivas culturales, de manera particular se trabajó con el uso de caracteres chinos, abordando tanto su estructura como su simbolismo, para establecer paralelismos con los elementos químicos.

Esta inserción innovadora de la lengua y cultura china en el aula de química permitió a los estudiantes vincular conceptos complejos de manera accesible, visual y colaborativa. A lo largo de esta experiencia, se buscó transformar los saberes previos de los estudiantes, promoviendo una visión más amplia y multicultural del conocimiento científico.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. INDAGACIÓN DE SABERES PREVIOS

La charla titulada “El sistema de escritura china y la tabla periódica de los elementos” se llevó a cabo el día 5 de julio de 2024 en un colegio secundario (ver agradecimientos), con un grupo de 21 estudiantes de 4to año del nivel secundario, ninguno de ellos de nacionalidad o ascendencia china, por invitación de la docente de química del curso.

Para la charla, el colegio prestó un espacio físico adecuado provisto de proyector, pantalla y conexión wifi. El espacio físico permitió que los estudiantes pudieran agruparse de forma libre, incluso sentarse en el piso en el caso de uno de los grupos.

Luego de presentar el tema de la charla y su agenda, se realizaron una serie de preguntas sobre el título y sobre las expectativas que tenían los estudiantes en relación con el contenido que se iba a abordar. Las preguntas realizadas fueron:

- ¿Tienen algún conocimiento sobre el idioma chino?
- ¿Conocen cuál es su sistema de escritura?
- ¿Cómo creen que es la tabla periódica que emplean los estudiantes en China?
- ¿Qué relación creen que existe entre la química y el idioma chino?

Algunos de los estudiantes manifestaron cierto conocimiento sobre las características del idioma chino. En sus palabras expresaron que se escribe usando “dibujos”, que cada “dibujo” representa una palabra y que es necesario conocer una cierta cantidad básica (entre 3000 y 12000) para poder hablar y escribir fluido el idioma.

Con respecto a la relación entre el idioma chino, la química y la tabla periódica, los estudiantes coincidieron en que nunca habían considerado si existía alguna relación entre ellos.

2.1. Materiales y métodos

Los materiales empleados en la disertación consistieron en:

- Presentación desarrollada en la plataforma *Canva* (https://www.canva.com/).
- Tarjetas físicas en cartulina elaboradas con asistencia de un generador de sellos gratuito (https://www.purpleculture.net/chinese-seal-generator/).
- Juego online empleando la plataforma *Blooket* (https://www.blooket.com/).

2.1.1. Presentación en Canva

La presentación para la disertación se empleó como guía para los momentos de la charla. Se ofreció a los estudiantes una agenda antes de comenzar, con el objetivo de presentar el tema.

2.1.2. Tarjetas físicas.

Las tarjetas físicas se realizaron en cartulina de colores. Cada color corresponde a un criterio de agrupación de los elementos.

TABLA I. *Lista de colores y correspondencia con la tabla periódica.*

Color del fondo	*Tipo de elementos*	*Color del fondo*	*Tipo de elementos*
Amarillo	Metales alcalinos	Fondo celeste	No metales
Naranja	Metales alcalinotérreos	Fondo verde claro	Halógenos
Celeste	Metales del bloque p y semimetales	Fondo rojo	Gases nobles o inertes
Azul	Metales de transición.		

En la FIGURA 1 se puede observar un ejemplo de tarjeta. Cada tarjeta cuenta con información del lado anverso y del reverso. En el anverso se encuentra el carácter del nombre del elemento y el número atómico en la esquina superior izquierda. En el reverso se encuentra el pinyin (pronunciación del carácter) correspondiente.

ISBN 978-987-47159-9-9

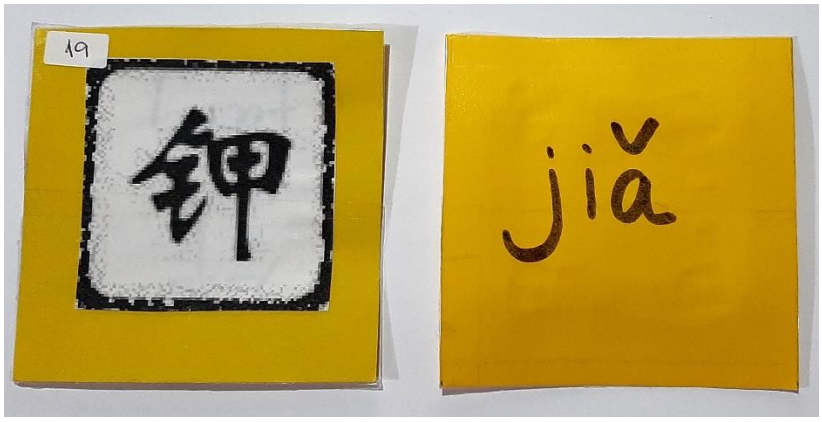


FIGURA 1. *Ejemplos de tarjeta empleada en el juego. Corresponde al elemento potasio. El nombre del elemento en el reverso está escrito empleando el sistema pinyin, en el cual los tonos se representan con diferentes acentos, en este caso [ˇ] indica que se usa el tercer tono. Foto y tarjetas realizadas por esta autora.*

2.1.3. Juego en línea

Se eligió la plataforma *Blooket* para la elaboración del juego debido a la simpleza de la edición, la posibilidad de múltiples participantes simultáneos en forma gratuita y las diferentes alternativas en los modos de juego que presenta. De los modos disponibles, se eligió la modalidad clásica, que permite presentar un cuestionario de opciones múltiples con respuestas por tiempo y un ranking basado en la elección de la respuesta correcta y la velocidad de respuesta.

3. LOS CARACTERES CHINOS

Teniendo en cuenta que el idioma chino no es enseñado en las escuelas argentinas como segunda lengua, como parte de la conexión intercultural, se explicó cómo se generan los caracteres chinos, empleando la clasificación en 4 grupos:

- *Pictogramas:* la forma de sus trazos recuerda al objeto que representan. Por ejemplo, 人 (rén) es el caracter para persona, su trazado representa a una persona caminando de costado.
- *Ideogramas*: representan ideas o conceptos abstractos. Por ejemplo, 三 (sān) representa la idea de tres, y es el caracter para ese número.
- *Componentes asociativos:* son el resultado de la combinación de radicales para crear un nuevo caracter con un nuevo significado, generalmente asociado a los caracteres que le dan origen. Por ejemplo, 坐 (zuò), el caracter para el verbo sentarse, muestra dos personas, 人 (rén), sobre la tierra 土 (tǔ).
- *Compuestos semántico-fonéticos:* están formados por un radical semántico y por un radical fonético. Por ejemplo, 锂 (lǐ), el caracter para el elemento litio, muestra el radical 金 (jīn), cumpliendo la función semántica indicando que se trata de un metal, y el radical 里 (lǐ), que le aporta la pronunciación (Xu et al.,2014).

En la FIGURA 2 se puede observar un resumen de las formas de generación de los caracteres con sus respectivos ejemplos explicados anteriormente.

ISBN 978-987-47159-9-9

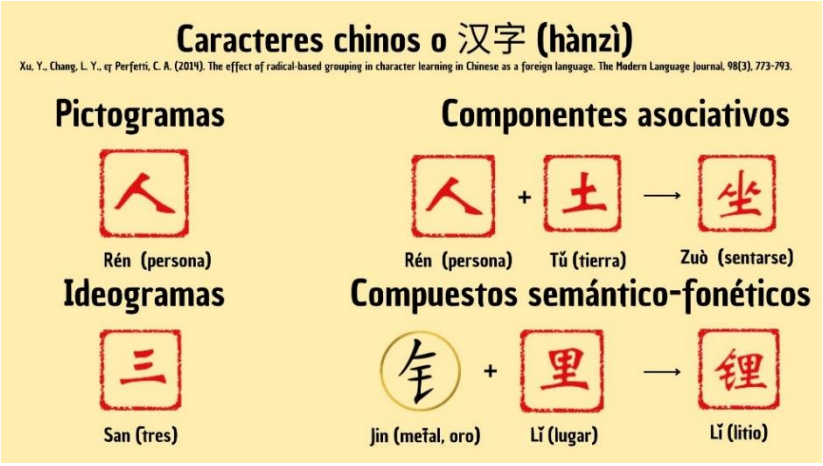


FIGURA 2. *Ejemplos de los caracteres chinos de acuerdo con su forma de generación.* ***Nota****. Elaboración propia.*

4. LA EXPERIENCIA DOCENTE

Luego de la introducción e indagación de los saberes previos, la propuesta fue dividida en tres bloques con diferentes momentos y actividades. Con el objetivo de motivar a los participantes y que la experiencia fuera lo más interactiva posible, se tomó la decisión de comenzar y terminar con un juego.

4.1. Primer bloque: Juguemos un poco.

Se explicitaron a los estudiantes las instrucciones para comenzar a jugar y una vez constituidos los grupos, se les entregó un conjunto de 7 tarjetas seleccionadas por la docente para que las observaran y analizaran en grupo.

A continuación, se presentan las instrucciones dadas.

Instrucciones:

- *Reúnete en un grupo con 4 compañeros más.*
- *Elijan quien pasa a recibir el conjunto de tarjetas.*
- *Observen las tarjetas con atención y debatan:*
    - *¿Qué datos les brindan las tarjetas?*
    - *¿Tienen algo en común? ¿Qué?*

Se les permitieron 10 minutos de observación y de debate en el grupo. Se les pidió que no recurrieran al uso del celular, pero sí se les indicó que podían tener a mano la tabla periódica. Durante el tiempo que duró el debate dentro de cada grupo se observó un alto nivel de participación y de discusión de las ideas. Algunos grupos hicieron registros informales en hojas de papel, mientras otros prefirieron trabajar solo oralmente.

Pasado el tiempo, se pusieron en común los detalles que cada grupo detectó en las tarjetas. Se listan a continuación:

- Las tarjetas del mismo color están relacionadas entre sí.
- Los números representan el número atómico.
- Hay tarjetas que tienen dibujitos parecidos.
- Las palabras escritas en del lado de atrás del dibujo tienen acentos diferentes.

4.2. Segundo bloque: los caracteres chinos y los nombres de los elementos químicos.

Cuando todos los grupos compartieron sus observaciones, se presentaron algunos caracteres y se les pidió que indicaran cuáles eran los “dibujitos” que tenían en común. Se les explicó entonces que el conjunto de “dibujitos” se llama caracter, que los caracteres están formados por radicales y que los radicales están formados por trazos, una especie de analogía a la conformación de las moléculas (formadas por átomos, formadas a su vez por partículas subatómicas). Se indicó también que el orden de los trazos al escribir es importante y que hay

ISBN 978-987-47159-9-9

radicales que presentan una forma abreviada cuando están combinados con otros, como en el caso de 水 (shuǐ - agua, líquido) y 金 (jīn - oro, metal).

Como parte de la presentación, se les pidió que buscaran en la tabla periódica en chino (versión física y versión digital provistas) los caracteres que cada grupo tenía, para que lo identificaran con el elemento correspondiente, algo que algunos estudiantes ya habían hecho cuando asociaron el número en las tarjetas con el número atómico.

Identificados los radicales y los elementos de la tabla periódica, se explicó su significado y la información que los primeros aportan sobre el elemento químico que nombran (Chang, 2018; Suter, 1963). Más adelante se recuperó esta idea para comparar con el origen de los nombres de los elementos en occidente.

En la FIGURA 3 pueden verse los caracteres de algunos de los elementos químicos que fueron usados para explicar que radical es el que indica el estado físico del elemento que nombra.

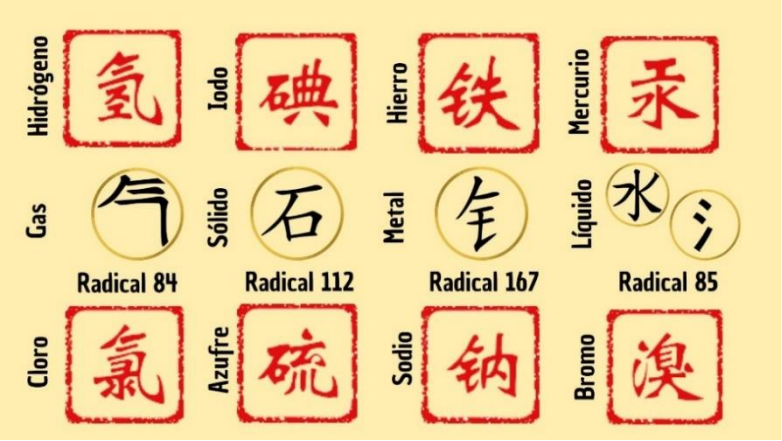


FIGURA 3. *Ejemplos de nombres de elementos químicos en chino y los radicales semánticos que indican su estado de agregación (sólido, líquido o gas) o el tipo de elemento (metal). Gráfico propio.*

Cuando todos identificaron sus elementos, se les pidió que leyeran el anverso de la tarjeta. Se explicó la característica tonal del idioma chino, y se les enseñó cómo interpretar los distintos acentos para poder producir los fonemas adecuados.

Como última instancia del segundo bloque, se hizo la siguiente pregunta:

¿Por qué es importante usar los mismos símbolos para los elementos químicos?

Las respuestas recogidas fueron:

- Para hablar con otra persona de distinta nacionalidad e idioma y poder entendernos.
- Para poder escribir las fórmulas químicas.

Se complementaron estas ideas explicando brevemente cuáles son los lenguajes usados en la química, para lo cual se usó como base el artículo de Galagovsky y Bekerman (2009). Para completar la idea y hacerla accesible a los participantes, se usó una analogía entre la escritura de ecuaciones químicas y las oraciones. Se comparó a las letras del abecedario con los elementos de la tabla periódica en el uso de la construcción de palabras y fórmulas químicas respectivamente. Se explicó que, así como usamos las palabras y signos de puntuación para armar oraciones, en química se utilizan las fórmulas químicas y otros signos y símbolos en la construcción de ecuaciones químicas.

Se cerró el bloque con un juego en la plataforma *Blooket* en la cual los grupos formados para la actividad del primer bloque compitieron entre sí respondiendo preguntas de opción múltiple para verificar lo aprendido durante la charla.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La experiencia docente presentada reveló una serie de elementos significativos para la enseñanza de la química a través de una perspectiva intercultural. La combinación de actividades lúdicas, visuales y

conceptuales permitió a los estudiantes vincular dos campos aparentemente distantes —la lengua china y la química— a través de una analogía que facilitó el entendimiento de la tabla periódica. Esta conexión no solo despertó la curiosidad de los participantes, sino que también les proporcionó una manera diferente de abordar el estudio de los elementos químicos.

Un aspecto destacable es la utilidad del recurso de las tarjetas físicas, que con colores y símbolos claros lograron captar la atención y fomentar la participación activa de los estudiantes. Este enfoque permitió que los grupos discutieran y colaboraran, creando un ambiente constructivo para el aprendizaje. Sin embargo, una de las limitaciones de la actividad fue el tiempo reducido para debatir con mayor profundidad la relación entre los radicales chinos y los nombres de los elementos en química, lo cual podría desarrollarse en futuras actividades.

Los estudiantes lograron identificar patrones en los caracteres chinos y los elementos de la tabla periódica, lo que en principio refleja el éxito en la aplicación de la analogía entre la escritura china y la simbología química tradicional. Las actividades interactivas fomentaron el aprendizaje colaborativo y facilitaron la comprensión de conceptos complejos de una manera accesible y amena. A futuro, una mayor profundización en los aspectos interculturales y científicos presentados en la charla podría ayudar a mejorar los resultados educativos y abrir nuevas oportunidades para integrar diferentes disciplinas en el aula.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Esp. Bioq. Mercedes Barquín por la invitación a dar la charla en el Colegio Dean Funes de la ciudad de Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. Al Colegio Dean Funes y su equipo , por abrir las puertas de su la institución y brindar el soporte tecnológico necesario para llevar adelante la charla. Al Dr. Alfio Zambon, por su apoyo, sus correcciones y su constante aporte para poner en práctica y por escrito las ideas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Galagovsky, L., & Bekerman, D. (2009). La química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 8*(3), 952-975. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen08/ART11_Vol8_N3.pdf

Chang, H. (2018). What's in a name: a comparison of Chinese and Japanese approaches to the translation of chemical elements. *ChemTexts*, *4*(3), 12. https://doi.org/10.1007/s40828-018-0065-0

Dirección Nacional de Población, Registro Nacional de las Personas (2022). *Caracterización de la migración internacional en Argentina a partir de los registros administrativos del RENAPER*, Ministerio del Interior de Argentina, https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2022/12/caracterizacion_de_la_migracion_internacional_en_argentina_a_partir_de_los_registros_administrativos_del_renaper_dnp.pdf

Lee, O. (2001). Culture and language in science education: What do we know and what do we need to know? *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *38*(5), 499-501.

Pardo, J. Q. (2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua? *Educación química, 27*(2), 105-114. https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.10.002

Suter, R. (1963). Naming chemical elements in Chinese. *Journal of Chemical Education*, *40*(1), 44. https://doi.org/10.1021/ed040p44

Xu, Y., Chang, L. Y., & Perfetti, C. A. (2014). The effect of radical-based grouping in character learning in Chinese as a foreign language. *The Modern Language Journal*, *98*(3), 773-793. https://doi.org/10.1111/modl.12122

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1btYTnPVr3CUYhRnTwHHnSv9OBLpqfuMP/view

ISBN 978-987-47159-9-9

APORTES DE LA EPISTEMOLOGÍA A LA ENSEÑANZA DE LA TABLA PERIÓDICA: ¿UN CRITERIO QUÍMICO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS?

Rodolfo Vergne

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina.
rvergne@fcai.uncu.edu.ar

Resumen

La tabla periódica es un ícono de la química como ciencia que ofrece información sobre el comportamiento y propiedades de los elementos. En la actualidad su enseñanza se presenta sin consideraciones de su historia y sus problemas teóricos y epistemológicos. Hay dos criterios para clasificar los elementos, el primario es el número atómico, aceptado unánimemente; y el secundario, las configuraciones electrónicas externas, aceptado mayoritariamente pero no de modo unánime. El problema es que la tabla estándar que se enseña termina siendo una tabla de configuraciones electrónicas donde prevalece un punto de vista reduccionista de la química con respecto a la física. En este trabajo proponemos como objetivo un criterio secundario químico, la electronegatividad. Metodológicamente se analiza distintas propuestas de electronegatividad. A pesar que hay cientos de modelos y escalas de electronegatividad, muchos incompatibles entre sí, pero empíricamente equivalentes, buscamos como resultado una escala que permita incluir todos los elementos en la clasificación y reconstruir todos los grupos de la tabla periódica estándar sin apelar a las configuraciones electrónicas. El propósito final es poder interpelar a los alumnos que la representación de la periodicidad química no depende exclusivamente de la mecánica cuántica, sino que puede haber otro criterio legítimamente válido.

Palabras clave: *tabla periódica; electronegatividad; Pauling; Mulliken; Allred y Rochow; FSGO; polarizabilidad.*

1. INTRODUCCIÓN

La tabla periódica ordena y clasifica los elementos químicos de acuerdo con algunas propiedades que se adoptan como criterios de clasificación. En particular, las tablas periódicas se construyen a partir de dos criterios: el primario o dimensión horizontal, que da lugar a los períodos, y el secundario o dimensión vertical, que permite agrupar elementos químicamente similares. El criterio primario aceptado de manera unívoca está dado por el número atómico, mientras que el criterio secundario generalmente aceptado -aunque no de forma unánime- lo brinda el número de electrones en su último nivel energético, expresado a través de la configuración electrónica externa del elemento.

El objetivo será proponer una representación del sistema periódico que pueda constituirse en una alternativa a la tabla periódica estándar, de longitud media o 18 columnas (en adelante, TPE). Mantendremos el número atómico como criterio primario de clasificación, pero como criterio secundario utilizaremos la electronegatividad (EN). Asimismo, mostraremos cómo mediante el uso exclusivo de esta propiedad periódica de la química es posible incluir todos los elementos en la clasificación y reconstruir todos los grupos de la TPE sin apelar en ningún momento a las configuraciones electrónicas. El propósito final es que este trabajo pueda tener aplicaciones para la didáctica de la química al comparar la representación de un sistema periódico según un criterio físico y un criterio químico, de manera de poder interpelar a los alumnos que la representación de la periodicidad química no depende exclusivamente de la mecánica cuántica, sino que puede haber otro criterio legítimamente válido.

2. TRES MODELOS CLÁSICOS DE ELECTRONEGATIVIDAD

La electronegatividad (EN) se ha constituido gradualmente en una herramienta indispensable en cada campo teórico y experimental de la química, encontrando aplicaciones también en otros campos como física, ingeniería y biología. El hecho de que la EN no pueda medirse directamente sino sólo indirectamente a través

ISBN 978-987-47159-9-9

de otras propiedades, ha dado lugar a una proliferación de modelos muy diversos y, junto con ello, a una incomprensión respecto de lo que la noción misma de EN implica.

En términos generales, es posible agruparlos en modelos termoquímicos, modelos espectroscópicos o geométricos, y modelos cuánticos (Ruthenberg y Martínez González 2017). Los valores numéricos de los múltiples modelos existentes generan una escala de EN en la que se muestra, en general, un mismo ordenamiento de todos los elementos de la tabla periódica. Esta propiedad periódica muestra que la EN aumenta de izquierda a derecha a lo largo de un periodo y generalmente disminuye en un grupo de arriba hacia abajo.

Sin embargo, eso no generó una mejor comprensión respecto de la intensión y la extensión del concepto. En relación con su intensión, la EN ha sido definida de diversos modos ya sea como una propiedad, una capacidad, un poder de atracción, un poder de expulsión o como el resultante de una tensión entre propiedades del átomo. Asimismo, la extensión, es decir, la referencia del concepto tampoco es clara: ¿es el átomo, la molécula, un grupo, un ion o bien la especie química?

A continuación, presentaremos y analizaremos tres modelos especificando los problemas que presentan. Lo particularmente inquietante en relación con los modelos es que los mismos brindan descripciones diferentes, y en algunos casos incompatibles, de la EN. Siendo que, según la literatura estándar (Frigg 2002, Giere 2004, Frigg y Hartmann 2006, Contessa 2007), los modelos científicos generan algún tipo de conocimiento en tanto y en cuanto representan al sistema que pretenden estudiar, en los casos de modelos incompatibles se hace difícil entender qué y cómo aprendemos de ellos (Morrison 2011).

2.1. El enfoque termoquímico: el modelo de Pauling

El origen del término 'electronegatividad' puede encontrarse en los trabajos de Avogadro y Berzelius en las primeras décadas de 1800. En 1932 fue el premio Nobel Linus Pauling (1901–1994) el primero en cuantificar una escala de electronegatividad sobre la base de un enfoque termoquímico utilizando los calores de disociación o formación de sustancias heteronucleares. Su punto de partida es un enlace covalente de una molécula en el cual no hay transferencia de electrones. De este modo entonces, Pauling generaba la primera escala de EN sobre la base de la diferencia de energías para atraer los electrones de enlace que se comparten entre las dos sustancias A y B. El formalismo muestra la diferencia entre las electronegatividades del átomo A y del átomo B que integran una molécula heteronuclear AB. La unidad es una unidad de energía, el electrón Volt. Lo que muestra la ecuación es una diferencia de electronegatividades. Para obtener el valor absoluto es necesario postular a un elemento como valor de referencia. Para ello, Pauling adoptó el elemento hidrógeno con un valor de $\chi = 0$. Posteriormente, para evitar valores negativos de χ para la mayoría de los metales, dicho valor se modificó a $\chi = 2{,}1$. Posteriormente se actualizó las EN de 69 elementos a partir de datos termodinámicos más adecuados y el hidrógeno adoptó un valor final de 2,20.

Los valores de electronegatividad de Pauling para los elementos fueron aceptados rápidamente por la comunidad química. Al mismo tiempo, Pauling definía entonces los valores de EN como "*números que representan el poder [que poseen los elementos] de atraer electrones en un enlace covalente, por medio del cual se puede estimar la cantidad de carácter iónico parcial del enlace*" (Pauling 1950, p.236). La definición de Pauling dejaba naturalmente sin valores de EN a los elementos pertenecientes a la familia de los gases nobles.

2.2. El enfoque espectroscópico: el modelo de Mulliken

El siguiente intento de cuantificación fue llevado a cabo por el premio Nobel Robert Mulliken (1896–1986), quien dos años más tarde diseñó una escala sobre un dominio geométrico o espectroscópico (Mulliken 1934). A diferencia de Pauling, Mulliken construyó su escala utilizando dos propiedades atómicas: la energía de ionización (I) y la afinidad electrónica (A). Su punto de partida fueron dos sistemas neutros X e Y que tienen iguales valores de EN. De acuerdo con esta nueva conceptualización, afirmaba: "*dos átomos univalentes tienen la misma electronegatividad si la suma (o promedio) del potencial de ionización más la afinidad electrónica es la misma para cada uno*" (Mulliken 1934, p.783). Mulliken establecía así una escala de electronegatividades atómicas (es decir, 'absolutas') ya que no dependía de un valor arbitrario de referencia, como sucedía en la escala de Pauling. Teniendo en cuenta las propiedades atómicas empleadas, intuitivamente este enfoque describe la tensión de un átomo entre su tendencia a ganar o a perder electrones. Mulliken denomina a esta

ISBN 978-987-47159-9-9

tendencia 'electroafinidad'. Dado que el potencial de ionización (I) y la afinidad electrónica (A) son propiedades atómicas, en consecuencia, la electronegatividad es también una propiedad del átomo.

La escala de Mulliken tuvo una amplia aceptación ya que empleaba un formalismo muy sencillo y razonable. No coincide numéricamente con la escala de Pauling, pero sí coinciden en la periodicidad que manifiesta la electronegatividad: cuando se ordena en una tabla cada valor, crece a lo largo de un periodo y disminuye a lo largo del grupo.

2.3. El enfoque espectroscópico: el modelo de Allred-Rochow

Algunos años más tarde, varios autores proponían definir la EN como la relación entre la carga nuclear efectiva, el radio atómico y el número de electrones de valencia. La idea era reconciliar la EN termoquímica con estas escalas denominadas 'geométricas de electronegatividad'. Uno de los pioneros fue Walter Gordy (1946), quien examinó la posibilidad de definir la EN de un átomo neutro en una molécula. La 'electronegatividad geométrica' relaciona la disposición geométrica del núcleo con los electrones de valencia.

En la misma dirección, otro modelo ampliamente conocido y muy citado es el que propusieran Louis Allred y Eugene Rochow (1958). Este modelo tiene la misma base que el de Gordy, aunque la diferencia radica en la forma en que se obtienen los valores de Z. Estas dos escalas fueron las primeras en introducir el concepto de 'fuerza' para la cuantificación de electronegatividades. En particular, Allred y Rochow afirmaron que el uso de la fuerza electrostática era consistente con la definición de Pauling, ya que medía la tendencia a atraer electrones.

Al cuantificar se respeta la periodicidad: los valores aumentan en los períodos y disminuyen en los grupos.

3. MODELOS INCOMPATIBLES DE ELECTRONEGATIVIDAD

Si retomamos el análisis de los tres modelos clásicos de EN presentados, advertiremos que los mismos presentan suponen fuertes diferencias procedimentales, conceptuales y categoriales (Accorinti y Labarca 2020).

Respecto a las diferencias procedimentales podemos afirmar que mientras que los modelos de Mulliken y de Allred-Rochow definen EN desde un dominio espectroscópico, Pauling desarrolla su modelo sobre la base de procedimientos termoquímicos.

Respecto a las diferencias conceptuales, mientras que Pauling y Allred-Rochow definen la EN en la misma dirección, como un poder de atracción de electrones, en el modelo de Mulliken, por el contrario, se la conceptualiza como la tensión existente en un átomo entre la tendencia a ganar y perder electrones.

Respecto a las diferencias categoriales, La propiedad que instancia la EN es una propiedad categorialmente diferente en cada uno de los modelos reseñados. Mientras que el modelo de Pauling supone que la EN es una propiedad extrínseca que no pertenece a los átomos aislados sino a la molécula como un todo, los modelos de Mulliken y Allred-Rochow suponen que la EN se constituye como una propiedad intrínseca que se define para cada átomo aislado en función de ciertas propiedades características de los átomos mismos.

Lo que esto evidencia por el momento es la incomprensión que actualmente se tiene del significado o sentido de la EN. Como afirma Mullay "*aún en estos días no hay una repuesta definitiva a la pregunta ¿qué es la electronegatividad? ¿por qué la electronegatividad es tan útil para los químicos? y ¿por qué existe hace tanto tiempo?*" (Mullay 1987, p.2).

Algunos químicos se daban cuenta que había algunos problemas. Salvaron las apariencias, sin ningún tipo de conocimiento filosófico, armando correlaciones entre escalas para vincular una escala con otras, las ecuaciones permiten tener valores equivalentes, pero deja de lado los problemas conceptuales, inconsistencias en las definiciones, distintos dominios y diferencias categoriales.

4. LA ELECCIÓN DE UN MODELO DE ELECTRONEGATIVIDAD

Hasta aquí hemos analizado los tres modelos clásicos de electronegatividad que suelen utilizarse habitualmente en la práctica y enseñanza de la química. Hemos mostrado las fuertes diferencias conceptuales

ISBN 978-987-47159-9-9

existentes entre ellos, así como la problemática vinculada a la existencia de modelos empíricamente exitosos pero incompatibles entre sí. Pero estos tres modelos clásicos no son los únicos. En la actualidad hay cientos de escalas de EN con diferentes definiciones, unidades e incompletas (no todos los elementos tienen valores, como los gases nobles). La existencia de modelos incompatibles dificulta la tarea de poder traducir la información que brindan en información sobre el sistema. Ello significa que no es posible especificar cuál es el modelo correcto o cómo es el sistema que pretendemos describir. Dado que la reflexión filosófica sobre este tópico es muy reciente, es de esperar que investigaciones posteriores arrojen luz sobre una noción central y, a su vez, profundamente compleja del mundo químico.

A la luz de lo expuesto, ante la presencia de cientos de escalas de electronegatividad incompatibles entre sí, pero empíricamente equivalentes, es decir, los valores aumentan a la derecha en los períodos y disminuyen hacia abajo en los grupos, elegiremos entonces una escala de EN acorde a nuestros objetivos, a saber:

a) que todos los elementos posean valores de EN;

b) la posición del hidrógeno en la tabla debe ser químicamente consistente; y

c) que el modelo elegido tenga poder predictivo.

Frente a las limitaciones de las escalas de EN, apelaremos a un modelo de EN basado en el método FSGO (Floating Spherical Gaussian Orbital) y que surgiera en el ámbito de la química cuántica. A partir del mismo, Gary Simons y colaboradores (1976), construyeron la primera escala de EN ab initio. Dicho método en relación con la polarizabilidad (Tandon et al. 2021) da lugar al modelo de EN qué hemos seleccionado para su análisis. La Figura 1 muestra los valores obtenidos por el método FSGO-polarizabilidad representados en una tabla periódica estándar de 18 columnas de Tandon et al. 2021 al que se le ha modificado la ubicación del hidrógeno del grupo 1 al grupo 17 por razones de mayor compatibilidad químicas.

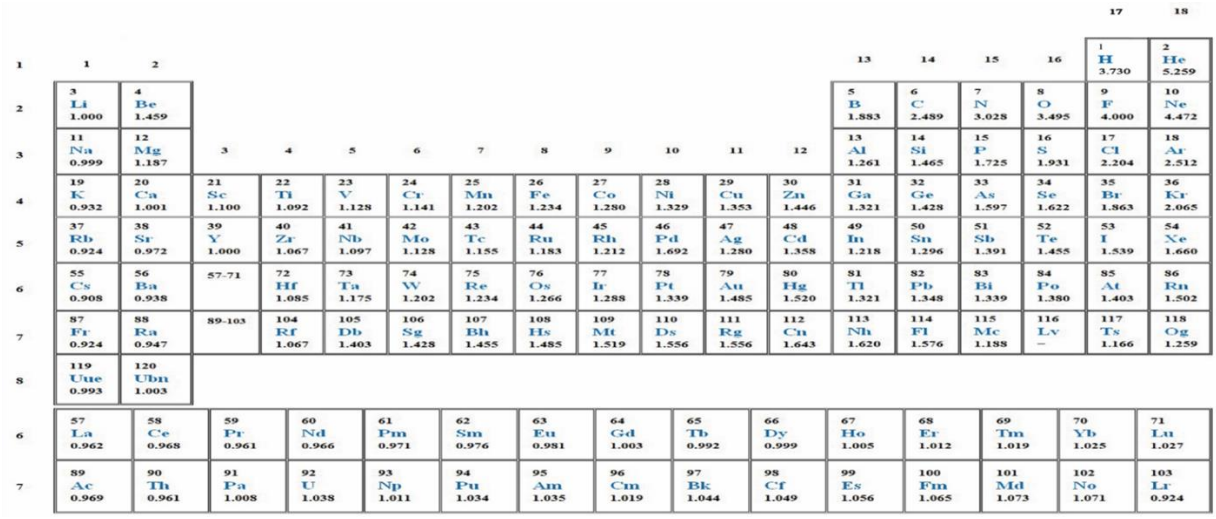


FIGURA 1. *Tabla periódica de electronegatividades atómicas sobre la base del modelo FSGO-polarizabilidad. (Fuente: diseño propio).*

El modelo propuesto permite calcular electronegatividades atómicas para elementos con Z = 1–120, entre ellos, los gases nobles. En esta escala empírica, la EN es una propiedad adimensional al igual que la escala de Simons et al. (1976). Al apreciar la variación de electronegatividades, la tendencia periódica se mantiene, en general, tanto dentro de los periodos como de los grupos de la tabla.

5. CONCLUSIONES

Como hemos señalado, la tabla periódica objeto de análisis ordena los elementos tomando como base el número atómico como criterio principal y la electronegatividad como criterio secundario. Esta representación

del sistema periódico permite reflejar todas las relaciones contenidas en los grupos de la TPE sin recurrir a las configuraciones electrónicas.

Frente a los alcances y limitaciones que manifiestan los criterios secundarios principales (configuraciones electrónicas, electronegatividad, etc.), asumiremos en consonancia con algunos autores que todos ellos tienen el mismo estatus epistémico, sin privilegios ontológicos (cfr. Labarca y Srivaths 2016). Una relación 'democrática' entre ellos evita el enfoque reduccionista moderno, según el cual el sistema periódico es sólo una tabla de configuraciones electrónicas. Esto implica, a su vez, recuperar la idea tradicional de la tabla periódica como un ícono genuino del mundo químico no reducido a la mecánica cuántica.

De modo entonces que las principales características y virtudes conceptuales de la tabla presentada se resumen a continuación:

(1) Se resta importancia al papel predominante de las configuraciones electrónicas en la representación del sistema periódico, favoreciendo un enfoque químico;
(2) El hidrógeno integra la familia de los halógenos, a diferencia de la TPE;
(3) El helio encabeza el grupo de los gases nobles;
(4) El hidrógeno y el helio se mantienen juntos en el período 1, lo que no ocurren en la TPE;
(5) Permite la visualización de la ontología química (EN) y la ontología de partículas (mecánica cuántica), las que a menudo se consideran irreconciliables, no forzando a elegir una ontología;
(6) La visualización de ambas ontologías, a su vez, permite conservar información química (EN) y física (configuraciones electrónicas);
(7) La tabla tiene poder predictivo, ya que permite calcular las electronegatividades de elementos aún no sintetizados (119 y 120);
(8) Es una tabla genuinamente química, al emplear como criterio secundario de clasificación la electronegatividad.

El criterio químico de clasificación de los elementos presentado aquí puede constituir un aporte a la imposibilidad de reducción de la tabla periódica a la mecánica cuántica. Este enfoque pluralista abre la posibilidad de un estudio más detallado acerca de la naturaleza del sistema periódico, en conexión directa con los problemas didácticos que presenta la temática (cfr. por ejemplo, Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo 2009).

La enseñanza del sistema periódico tomando en cuenta su historia y su filosofía mejora la actitud del estudiante para el conocimiento y desarrollo de la química. La historia y la filosofía de la química nos brindan una imagen más real de la química al revelar, explicar o dilucidar diferentes aspectos de la práctica científica. En este sentido, el análisis revela que la realidad implica más de un dominio y una amplia variedad y diversidad de constructos científicos. Los estudios metacientíficos pueden ayudarnos también a comprender el tipo de conocimiento construido por la ciencia y, en consecuencia, el tipo de enseñanza que debería alentarse a impartir a los futuros científicos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Martin Labarca quien dirigió la tesis de doctorado de Epistemología e Historia de la Ciencia de la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Se agradece también a la Universidad Nacional de Cuyo que financió el proyecto L01 "*El sistema periódico: problemas históricos, filosóficos y pedagógicos*", además de las becas de posgrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Accorinti, H. y Labarca, M. (2020). Commentary on the models of electronegativity, *Journal of Chemical Education,* (97), 3474-3477. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00512

Allred, A. L. y Rochow, E. G. (1958). A scale of electronegativity based on electrostatic force, *Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry*, (5), 264-268. https://doi.org/10.1016/0022-1902(58)80003-2

Contessa, G. (2007). *Representing reality: The ontology of scientific models and their representational function*, London, London School of Economics. http://etheses.lse.ac.uk/id/eprint/2151

Frigg, R. (2002). Models and representation: why structures are not enough. Dietsch, P. (ed.) *Measurement in Physics and Economics Project Discussion Paper Series*, London School of Economics.

Frigg, R. y Hartmann, S. (2020). Models in Science. En E.N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. https://plato.stanford.edu/archives/fall2024/entries/models-science

Giere, R. (2004). How models are used to represent physical reality, *Philosophy of Science,* (71), 742-752. https://doi.org/10.1086/425063

Gordy, W. (1946). A new method of determining electronegativity from other atomic properties, *Physical Review*, (69), 604-607. https://doi.org/10.1103/PhysRev.69.604

Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2009). Physical construction of the chemical atom: Is it convenient to go all the way back?, *Science & Education*, 18 (3-4), 443–455. https://doi.org/10.1007/s11191-008-9156-4

Mullay, J. (1987). Estimation of atomic and group electronegativities, *Structure and Bonding*, (66), 1-25. https://doi.org/10.1007/BFb0

Mulliken, R. (1934). A new electronaffinity scale; together with data on valence states and on valence ionization potentials and electron affinities, *Journal of Chemical Physics,* (2), 782-793. https://doi.org/10.1063/1.1749394

Pauling, L. (1932). The nature of the chemical bond. IV. The energy of single bonds and the relative electronegativity of atoms, *Journal of American Chemical Society*, (54), 3570-3582. https://doi.org/10.1021/ja01348a011

Pauling, L. (1950). *College Chemistry: An Introductory Textbook of General Chemistry*. 2nd edition, San Francisco, W. H. Freeman y Company.

Ruthenberg, K y Martínez González, J. (2017). Electronegativity and its multiple faces: persistence and measurement, *Foundations of Chemistry,* (19), 61-75. https://doi.org/10.1007/s10698-017-9278-3

Simons, G., Zandler, M., y Talaty, E. (1976). Nonempirical electronegativity scale, *Journal of the American Chemical Society*, 98(24), 7869-7870. https://doi.org/10.1021/ja00440a093

Tandon, H.; Labarca, M. y Chakraborty, T. (2021). A scale of atomic electronegativity based on Floating Spherical Gaussian Orbital Approach, *Chemistry Select - Chemistry Europe*, (6), 5622-5627. http://dx.doi.org/10.1002/slct.202101142

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1w94C-ol-q_3rJ3gWnEPSp4vbEnm828Nf/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B 1.37

Resumen y video

EVALUACIÓN DEL CURSADO DE LA ASIGNATURA QUÍMICA LUEGO DEL CAMBIO DE PLAN DE ESTUDIO DE LA CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Vanesa Natalí Ordoñez

Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (FCA -UNL), Esperanza, Santa Fe, Argentina. vanesaord@gmail.com

Gustavo Gabriel Ribero

Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (FCA -UNL), Esperanza, Santa Fe, Argentina.

Eugenia Rossler

Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (FCA -UNL), Esperanza, Santa Fe, Argentina.

Romina Andrea Funes

Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (FCA -UNL), Esperanza, Santa Fe, Argentina.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar si existió algún impacto en el resultado del cursado de la asignatura Química en estudiantes de Ingeniería Agronómica debido a la implementación de un nuevo Plan de estudio y con ello la fragmentación de Química anual a Química I y Química II. Se evaluaron los puntajes obtenidos en los parciales de regularidad y de promoción de la asignatura, como así también los exámenes finales que se dieron inmediatamente posterior al cursado. Se tomaron datos del primer cuatrimestre de Química de Plan de Estudios 2010, para el año 2023, y datos de Química I correspondiente al Plan de Estudios 2023.

Palabras clave: *química; educación; plan de estudio; rendimiento; agronomía.*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1gmB6k3zYoWnldOvkWTldPIUy0JwIGkH6/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B 1.38

Resumen y video

ENFOQUE STEAM EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA A TRAVÉS DE PROYECTOS INNOVADORES

Roxana Jaramillo

Instituto Superior de Formación Docente 802, Comodoro Rivadavia, Chubut
roxanajaramillo2384@gmail.com

Marcelo Castillo

Instituto Superior de Formación Docente 802, Comodoro Rivadavia, Chubut
pebhcuantica@gmail.com

Resumen

El artículo presenta cuatro propuestas educativas que conectan la química, el cambio climático y el arte. En "Intensamente", se investiga el uso de indicadores de pH en productos naturales para fomentar la creatividad mediante tintas que cambian de color según el pH. "¡Cuidado! es agua" explora métodos sostenibles para potabilizar agua, enfocándose en la recuperación de agua gris y el uso de almidón de papa en procesos de coagulación, además de analizar el marco legal del derecho al agua en Argentina. "Algo más que pH, ciencia y conocimiento" estudia la calidad del agua en Comodoro Rivadavia analizando un escenario posible del impacto de dióxido de carbono en el mar y plantea la sensibilización a través de la reducción de la huella hídrica empleando la gamificación en el entorno escolar. Por último, "Condena Climática" se centra en la educación ambiental integral y el efecto invernadero, promoviendo acciones que los futuros docentes pueden implementar. El objetivo general es presentar una propuesta que integre la metodología STEAM para fomentar un entendimiento crítico de los fenómenos químicos. Las conclusiones subrayan el potencial del enfoque STEAM en la enseñanza de la química, destacando el desarrollo de habilidades críticas en los estudiantes, preparándolos para enfrentar los desafíos del futuro.

Palabras clave: *Química Ambiental; cambio climático; STEAM; educación; estrategias didácticas.*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1EC10QoMrF_D-E56U_7omIgRwUat-A2lB/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.39

PROPUESTA DE ENSEÑANZA DE GAMIFICACIÓN: "¿QUÉ VES CUANDO ME VES? LOS COMPUESTOS INORGÁNICOS DE NUESTRO ALREDEDOR"

Irene Marisel Siewruk

Fundación de Ciencia y Deporte "H. Fernández", Corrientes, Argentina
ire.msiewruk@gmail.com

Cecilia Gatica

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
cecilia.gatica@upso.edu.ar

María Inés Diaz Alonso

Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), San Juan, Argentina.
minesdiaza@gmail.com

Resumen

La presente propuesta de enseñanza se enmarca en el espacio curricular química, correspondiente al 4to año de una escuela de educación secundaria de la provincia de Buenos Aires. Los contenidos a desarrollar son compuestos inorgánicos: conceptos, nomenclaturas y reconocimiento de compuestos en el entorno, a partir de la implementación del juego como estrategia de enseñanza. El propósito es desarrollar entornos positivos donde los estudiantes y los docentes puedan interactuar con confianza a través del juego y de esta manera potenciar la situación de enseñanza y aprendizaje, promoviendo la capacidad de trabajo en equipo, generando propuestas de juego que requieran del trabajo comprometido y responsable de cada estudiante. Las situaciones de aprendizaje propuestas a través de la Gamificación, ofrecen la posibilidad de utilizar distintos recursos didácticos como el juego y las tecnologías, permitiendo a los estudiantes participar de manera activa y protagónica. La propuesta cuenta con tres misiones donde se combinan juegos digitales y juegos de mesa, centrados especialmente en la identificación de compuestos inorgánicos en nuestro entorno.

Palabras clave: *Química; compuestos inorgánicos; enseñanza; juego; aprendizaje.*

1. INTRODUCCIÓN

Residimos en una sociedad profundamente científica y tecnológica, en la que la ciencia y la tecnología desempeñan un papel fundamental en la producción y en las actividades cotidianas de las personas. Por lo cual, es responsabilidad de los docentes de ciencias propiciar un desarrollo integral de los estudiantes, que promueva una alfabetización científica, permitiendo a los estudiantes desempeñarse en el área científica, tomar decisiones conscientes, evaluar críticamente las afirmaciones basadas en evidencia y participar de manera activa en la sociedad basada en el conocimiento.

Epistemológicamente, concebimos a la ciencia desde una visión constructivista, desde la que los modelos y teorías resultan de construcciones humanas que se ajustan más o menos a los hechos del mundo. Cada modelo proporciona una perspectiva de los hechos de manera parcial y en ocasiones imprecisa. Acordamos con Adúriz-Bravo, A. (2005) en que "los modelos científicos no son copias directas de la realidad, sino más bien analogías parciales, provisorias y perfectibles sobre algunos aspectos del mundo real seleccionados de acuerdo con las finalidades de intervención que se persiguen" (p.5). Asimismo, el autor expresa la necesidad de adoptar una visión de la ciencia que sostenga un racionalismo moderado, siendo conscientes de que los criterios de validez de la misma son inventivos, evolutivos, consensuales. "Las ciencias naturales no tienen la verdad sobre el mundo real, sino modos potentes y rigurosos de intervenir sobre él con el pensamiento, el discurso y la acción" (p.6)

ISBN 978-987-47159-9-9

Los juegos como estrategia didáctica posibilitan aprender sin notar que se está aprendiendo. La implementación de estrategias basadas en la gamificación en el ambiente pedagógico genera resultados auténticos, al mejorar a través de prácticas y diversión de los estudiantes, la motivación para originar acciones y logro perenne de los objetivos académicos proyectados (Aguilera Meza et al.,2020).

Por ello, pensamos en una propuesta metodológica que apunta a integrar el juego en ambientes educativos, tales como la gamificación, estrategia que considera al juego en relación con la tecnología. Asimismo, pensamos en juegos cooperativos entre estudiantes en el aula, con desafíos específicos, con la intención de articular los aspectos teóricos con situaciones prácticas, reconociendo su utilidad y valor en la vida cotidiana.

Se forman pequeños grupos para favorecer el trabajo cooperativo estimulando la construcción del conocimiento. Como indican López y Acuña (2011), las actividades sociocognitivas aplicadas en el contexto educativo, como el aprendizaje cooperativo, la interacción entre iguales y la solución de problemas, estimulan a los alumnos a aclarar, elaborar, reorganizar y reconceptualizar la información.

En cuanto a la evaluación será de tipo formativa, la cual propone sustituir el examen, como ejercicio puntual, por un proceso continuo en el que todos los agentes aprenden de los aciertos y también de los errores. La evaluación está llamada a ser parte del aprendizaje más que de la enseñanza. Porque cuando desde la responsabilidad docente se hace uso de ella, siempre debe ser realizada con intención de ayuda, de orientación, de mejora, de formación y nunca de sanción (Álvarez-Méndez, 2007).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de esta propuesta didáctica, se utilizará como estrategia de enseñanza la gamificación, la cual “es una estrategia didáctica aplicable en las aulas de clases para lograr captar la atención de los estudiantes de una manera sutil, y adquirir aprendizajes duraderos a través de la incorporación de elementos de juego con finalidad educativa”(Aguilera-Meza et al., 2020, p.53), utilizando juegos con tecnologías y sin ellas, teniendo en cuenta el contexto del aula y la disponibilidad de recursos y la conectividad.

En tal sentido, se proponen las siguientes actividades:

Se formarán cuatro (4) grupos de estudiantes de aproximadamente cinco (5) integrantes cada uno, para presentarles el juego: ¿Qué ves cuando me ves? El mismo, consistirá en identificar compuestos inorgánicos que nos rodean en nuestros hogares y poder plantear las ecuaciones de formación de los mismos, poniendo en juego los conocimientos previamente trabajados. El juego contará con tres (3) misiones que deberán cumplir cada grupo para llegar a una instancia final, y de esta manera completar la actividad.

Misión 1:

Previamente (en una clase anterior) se le solicitará que un integrante de cada grupo pueda acceder con su celular a la aplicación del videojuego Quizlet.

Los estudiantes deberán repasar la clasificación de compuestos inorgánicos, durante 5 minutos, usando las tarjetas del videojuego de Quizlet. Disponible en: https://quizlet.com/852896247/flashcards?funnelUUID=608dd5b2-af11-47a9-%2093ad-b632b7812f4e

Luego, estarán listos para el primer reto que consiste en la combinación de tarjetas, en el menor tiempo posible. Disponible en: https://quizlet.com/852896247/match

Como la prueba anterior sólo valora la combinación de tarjetas teniendo como determinante el tiempo y no la cantidad de equivocaciones, también deberán responder las preguntas de la solapa “probar”, que valora el porcentaje de respuestas correctas sin importar el tiempo que tarden. Disponible en: https://quizlet.com/852896247/learn

Una vez cumplido con todos los pasos anteriores estarán listos para seguir con la siguiente misión.

Misión 2:

Cada grupo deberá completar durante la clase, los cuadros en blanco (que contienen el número de la pregunta) de una parte del rompecabezas de la casa como muestra la FIGURA 1.

ISBN 978-987-47159-9-9

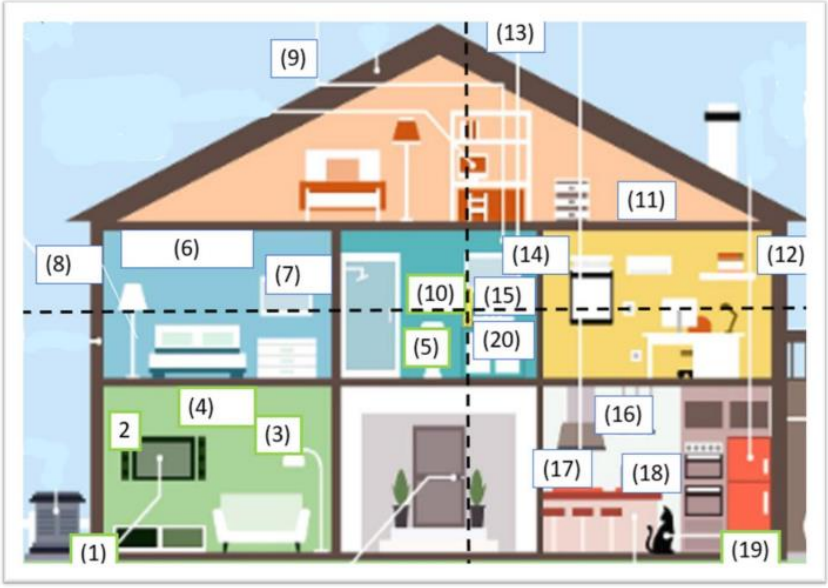


FIGURA 1. *Esquema de la división de la casa indicando el número correspondiente a cada una de las preguntas que deberá responder cada uno de los cuatro grupos.*

La FIGURA 2 muestra el rompecabezas que deberá armar cada grupo, de acuerdo al sector de la casa asignado.

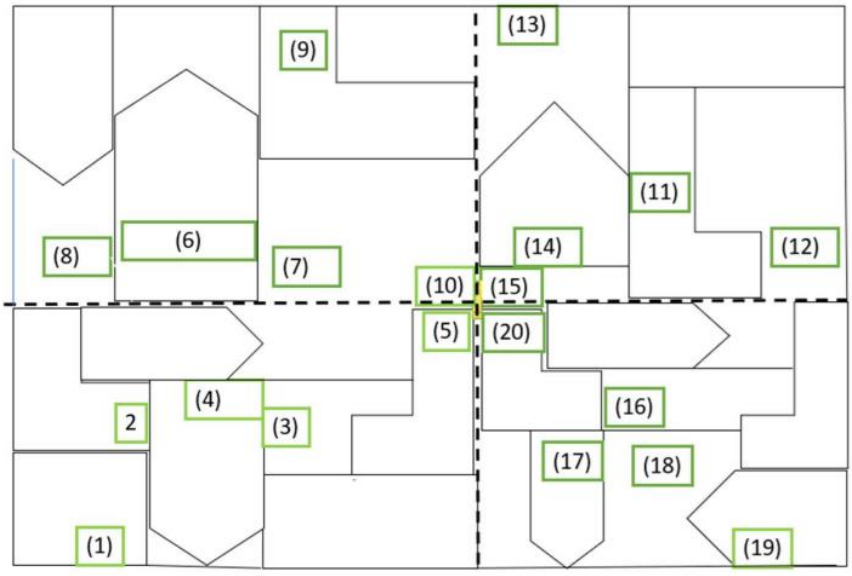


FIGURA 2. *Esquema del rompecabezas completo armado por los cuatro grupos*.

Cada grupo dispondrá de un cuestionario guía, con preguntas correspondientes a cada uno de los sectores en los que se dividió la casa: living (1-5), dormitorio (6-10), habitación planta alta (11-12), baño (13-15) y cocina (16-20).

A continuación, se muestran las preguntas del cuestionario guía, indicando entre paréntesis la respuesta que se espera en cada una de ellas. La FIGURA 3 muestra el resultado de la actividad.

Cuestionario guía:

LIVING

1) La pantalla de plasma del televisor está compuesta por dos placas de vidrio que contienen óxidos metálicos, como por ejemplo el que forma el elemento del grupo 2, período 3. ¿Cuál es? (MgO)

ISBN 978-987-47159-9-9

2) Entre esas placas de vidrio selladas al vacío hay gases nobles, como el … (Xe)

3) ¿Cuál es la fórmula del nitruro de galio, una sal que se usa en las lámparas LED para que sea altamente luminosa? (GaN)

4) El óxido de cromo (III) es un pigmento usado en pinturas para dar color verde. ¿Es correcto escribirlo como Cr_2O_8? (Cr_2O_3)

DORMITORIO

6) El pigmento que da color azul a las pinturas de pared es una mezcla de óxido de cobalto y óxido de aluminio. Completa los recuadros para escribir su fórmula (CoO. Al_2O_3)

7) El vidrio de los espejos está formado por el óxido que forma el elemento de número atómico 14. ¿Cuál es? (SiO_2)

8) El pie de la lámpara es de acero galvanizado; ello significa que está recubierta de una película de óxido de cinc, de fórmula química (ZnO), que evita la corrosión del metal.

9) Los materiales para celdas solares suelen ser de arseniuro del metal del grupo 13 y período 4. ¿Cuál es su fórmula química? (GaAs)

HABITACIÓN PLANTA ALTA

11) El color anaranjado de la habitación en planta alta se logra agregando cromato de cinc a la pintura blanca, que es un pigmento de fórmula química ($ZnCrO_4$)

12) El compuesto que forma el elemento de número atómico 14 con el elemento del grupo 16 y período 2, se utiliza en la fabricación de ladrillos. ¿Cuál es su fórmula química? (SiO_2).

BAÑO

13) Uno de los componentes de los productos de limpieza de baño contiene un hidróxido del metal del grupo 1 de masa molar 23 g. Su fórmula química es … (NaOH)

14) En el botiquín del baño, muchas veces se guarda un desinfectante que contiene los mismos elementos químicos que el agua. ¿Cómo se llama y qué fórmula química desarrollada tiene? (H_2O_2)

COCINA

16) La pintura blanca de la pared contiene un pigmento blanco conocido como sulfato de bario, cuya fórmula es ($BaSO_4$)

17) Un agente de limpieza que se suele utilizar en productos de baño es un hidruro no metálico, conocido como amoníaco. ¿Conoces su fórmula química? (NH_3)

18) Otro producto también usado es la lavandina cuya fórmula química es (NaClO)

19) Pequeñas cantidades de sal de mesa (NaCl) mejoran el sabor de los alimentos para mascotas.

Respuestas

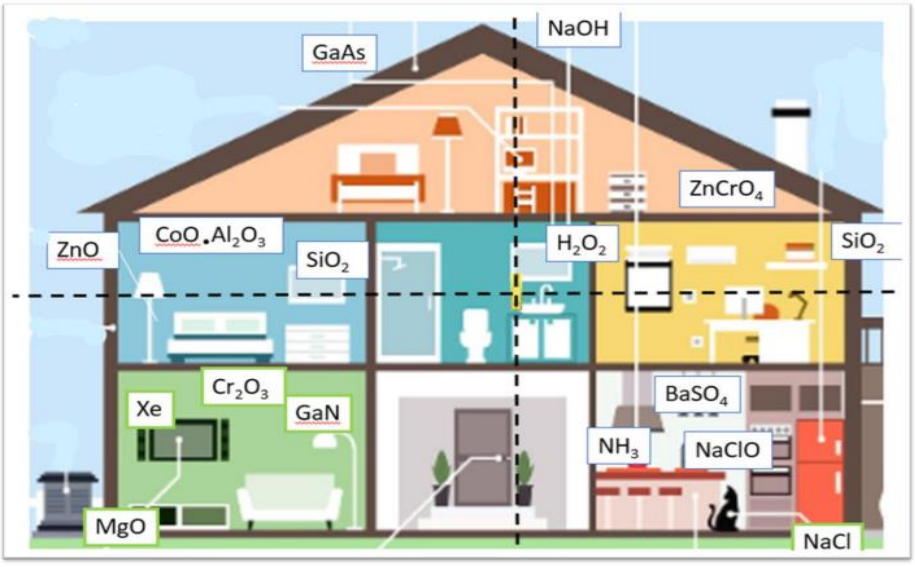


FIGURA 3. *Esquema de la casa con las respuestas que se espera de cada grupo, respondidas en base al cuestionario guía.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Misión 3

Cuando todos los grupos hayan completado sus respectivas partes del rompecabezas, deberán unirlos para formar la casa. En ese momento se darán cuenta de que todos tienen una incógnita sin responder, lo cual nos lleva a la última misión en conjunto que consiste en completar el cuadro que se muestra en la FIGURA 4 y cuya consigna es: *¿De qué está hecha y qué contiene una botella de soda?*. Para ello, deberán responder a las preguntas 5, 10, 15 y 20, del siguiente cuestionario guía, asignadas a cada grupo.

Tapa	Al (20)	
Recipiente	$CaCO_3$ (5)	
Bebida	CO_2 (10) H_2O (15)	

FIGURA 4. *Cuadro conteniendo el código de las preguntas y las respectivas respuestas de la Misión 3: ¿De qué está hecha y qué contiene una botella de soda?*

Cuestionario guía:

5) Uno de los principales componentes del vidrio de las botellas es una sal conocida como caliza. Escribe su fórmula química. ($CaCO_3$)

10) Uno de los reactivos de una bebida incolora es el dióxido que forma el elemento de número atómico 6. ¿Cuál es? (CO_2)

15) El óxido de hidrógeno es el nombre según la IUPAC que se le da al agua. ¿Cuál es su fórmula química? (H_2O)

20) Las tapas metálicas de ciertas bebidas están fabricadas con un metal de número atómico 13. Indica cuál es. (Al)

3. RESULTADOS

Considerando que esta propuesta todavía está en curso de desarrollo, esperamos alcanzar las siguientes competencias en los estudiantes:

- Comprensión de los compuestos inorgánicos: Los estudiantes identificarán y diferenciarán entre los distintos tipos de compuestos inorgánicos, como óxidos, hidróxidos, ácidos, hidruros y sales, aplicando las reglas de nomenclatura y clasificación.
- Resolución de problemas: A través de juegos interactivos, los estudiantes desarrollarán habilidades para resolver ejercicios prácticos relacionados con las propiedades, usos y reacciones de los compuestos inorgánicos.
- Colaboración y trabajo en equipo: mediante juegos interactivos, los estudiantes potenciarán sus habilidades de comunicación y trabajo en equipo para resolver desafíos o completar misiones relacionadas con la química inorgánica.
- Motivación y participación activa: Se espera estudiantes comprometidos y motivados, participando activamente en los juegos, fomentando su interés por los compuestos inorgánicos.
- Pensamiento crítico: Los estudiantes desarrollarán la capacidad de aplicar estrategias efectivas para encontrar soluciones dentro del marco de la gamificación.

Asimismo, esta propuesta didáctica será evaluada mediante la co-evaluación a partir del intercambio de rompecabezas y la corrección de los desafíos entre compañeros; la auto evaluación mediante la propuesta metacognitiva, en la que se fomentará la reflexión sobre los propios procesos transitados en la realización de la actividad; y por último la heteroevaluación del docente cualitativa y cuantitativa mediante la rúbrica.

ISBN 978-987-47159-9-9

4. CONCLUSIONES

Esta apuesta a considerar a las ciencias naturales no de manera aislada, sino enfocándose en su naturaleza desde la visión constructivista y situada de los hechos, vinculando el juego y las tecnologías para la enseñanza situada de la Química.

Esta estrategia didáctica genera la posibilidad de aprender sin notar que se está aprendiendo. La implementación de estrategias basadas en la gamificación en el ambiente pedagógico genera resultados auténticos, al mejorar a través de prácticas y diversión de los estudiantes, la motivación para originar acciones y lograr los objetivos académicos proyectados (Meza, C. K. A.et al.,2020).

No obstante, teniendo en cuenta la complejidad de los contextos educativos y las cambiantes condiciones institucionales, apostamos por promover juegos con tecnologías y sin ellas, teniendo en cuenta el contexto del aula y la disponibilidad de recursos y la conectividad.

Como trabajo a futuro para comprobar que la presente propuesta es adecuada, resta evaluar su uso en el aula.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional del Sur, Departamento de Química, por gestar la propuesta Formativa “Didáctica Especial en Química de Nivel Superior”, a través de la docente responsable Dra. Sandra Hernández quien, a partir de su enfoque teórico-metodológico, promovió el desarrollo de esta propuesta de enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz-Bravo, A. (2005). Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. *Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.*

Aguilera-Meza C. K., Santos Loor C. P., Pinargote Párraga B. A. y Erazo Delgado J. R. (2020) Gamificación: Estrategia didáctica motivadora en procesos de enseñanza aprendizaje del primer grado de educación básica. *Revista cognosis. Vol. V. 2*.

Álvarez-Méndez, J. M. (2007). Evaluación: Entre la simplificación técnica y la práctica crítica. *Revista Novedades Educativas, 18(195), 19-28.*

López G. y Acuña S. (2011). *Aprendizaje cooperativo en el aula. Narraciones De La Ciencia 37.* *https://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/422/508*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/18lJWXr8YvdEhJaMmWMynLlP9DlzinlkX/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.40

ADSCRIPCIONES Y TALLERES: EXPERIENCIAS PARA ACOMPAÑAR EL PROCESO DE APRENDIZAJE DE QUÍMICA GENERAL

Gretel Fitó Friedrichs

Universidad Nacional de General Sarmiento Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
gfito@campus.ungs.edu.ar

Pedro Agustín Flores

Universidad Nacional de General Sarmiento Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
paflores@campus.ungs.edu.ar

Silvana Basack

Universidad Nacional de General Sarmiento Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
sbasack@campus.ungs.edu.ar

Daniela Lópina

Universidad Nacional de General Sarmiento Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
marialopina@gmail.com

Juan Ignacio Mostraccio

Universidad Nacional de General Sarmiento Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
mostraccio_juani@hotmail.com

Sabrina Reus

Universidad Nacional de General Sarmiento Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
reussabrina@gmail.com

Víctor Villalba

Universidad Nacional de General Sarmiento Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
victoryoel@outlook.com

Ana Janeiro

Universidad Nacional de General Sarmiento Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
ajaneiro@campus.ungs.edu.ar

ISBN 978-987-47159-9-9

Resumen

En este trabajo se discute la utilización de espacios de acompañamiento con el objetivo de orientar a los estudiantes universitarios iniciales durante su recorrido por una materia introductoria de Química, así como también de espacios de apoyo en la preparación para los exámenes finales de dicha asignatura. En el marco de estas propuestas se implementaron talleres centrados en la resolución de ejercicios específicos que además funcionaron como espacios de encuentro para discutir los métodos de estudio recomendados, con el fin de evitar el uso de fuentes falsas o poco confiables. Estos espacios fomentaron vínculos cercanos entre estudiantes y docentes, lo que contribuyó a mejorar el diálogo y comprender las dificultades al momento de preparar los exámenes. Para satisfacer la demanda de estos espacios, se contó con el valioso apoyo de estudiantes avanzados en calidad de adscriptos a la materia. Su participación resultó fundamental, ya que facilitó la comunicación con los estudiantes iniciales, quienes los percibieron como pares y se beneficiaron de su experiencia.

Palabras clave: *adscripciones; examen final; métodos de estudio; Química General; talleres*.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La problemática de estudiantes iniciales en Química General

La materia Química General (QG) de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) es un curso introductorio de Química para estudiantes de las carreras de Tecnicatura Universitaria en Química, Ingeniería Química, Licenciatura en Ecología y otras carreras afines. Tiene una carga horaria de 96 horas semestrales repartidas en 6 horas semanales y se cursa dos días por semana. Se divide en comisiones, generalmente entre 7 y 11 comisiones de 45 estudiantes cada una. Cada comisión cuenta con 2 docentes. Las clases tienen modalidad teórico-práctica con 3 trabajos prácticos de laboratorio obligatorios. Para aprobar la cursada se tienen que aprobar 2 exámenes parciales y los informes de los 3 trabajos prácticos de laboratorio. Cada instancia de evaluación tiene la posibilidad de ser recuperada sólo una vez al final del semestre. La aprobación de la materia requiere rendir un examen final escrito.

A pesar de tener una carga horaria relativamente baja, el programa presenta un amplio abanico de temas de QG, desde estructura electrónica hasta equilibrio químico, pasando por temas tan variados como fuerzas intermoleculares y soluciones. Asimismo, se ofrecen espacios de consulta tanto dentro del horario de los cursos como fuera de ellos. Éstos son de carácter no obligatorio y brindados por los mismos docentes de la materia.

La variedad de trayectorias académicas de los estudiantes queda en evidencia durante las clases. Por ejemplo, aquellos que cursan QG como primera materia suelen tener más dificultades para comprender el planteo de problemas y se observa un uso limitado de las herramientas matemáticas. Asimismo, todo el alumnado presenta un problema habitual al no realizar los ejercicios de las guías de problemas y frente al surgimiento de dificultades no recurren a la bibliografía recomendada ni asisten a los espacios de consulta disponibles. En su lugar, prefieren buscar el tema por sí mismos en plataformas en línea como YouTube, donde encuentran videos cortos con contenidos puntuales, que pueden ser útiles, siempre que el contenido no sea insuficiente o directamente incorrecto.

Por otro lado, los estudiantes que logran aprobar la cursada, vuelven a enfrentarse a dificultades que los exceden cuando se disponen a preparar el examen final, donde generalmente aprueban menos del 30 % de los estudiantes que se presentan a rendirlo. Este examen es de carácter escrito y consta de dos partes: una de "*multiple choice*" y una de resolución de ejercicios con elaboración de respuestas escritas y planteo de reacciones. Es en esta segunda parte donde se observan las mayores dificultades, como la falta de resolución de ejercicios o justificaciones insuficientes, donde se evidencia la falta de conductas de estudio y, lo más alarmante de todo, el hecho de que algunos estudiantes se presentan al examen sin haber estudiado "para ver de qué se trata".

Otro factor importante a tener en cuenta es que la mayoría de los estudiantes de QG se encuentran ante un ámbito completamente desconocido para ellos. Cabe destacar que, según los censos realizados en la UNGS en 2019 y en 2023, el 80 % (*Censo de estudiantes 2019 y 2023 UNGS*, 2023) de los estudiantes son la primera generación que cursa una carrera universitaria en sus familias. El ambiente universitario, con sus reglas, sus costumbres y sus libertades, es muy distinto al ambiente escolar previo. Esto exige un manejo del tiempo y

ISBN 978-987-47159-9-9

una inesperada soledad (y responsabilidad) en el desempeño académico. Estas circunstancias también contribuyen a la deserción y a la desaprobación de las asignaturas (Barraqué et al., 2021). Es por eso que algunos autores remarcan la importancia de la contención y el acompañamiento durante las primeras cursadas en la universidad (Pierella, 2014).

La consecuencia más evidente observada a raíz de estos escenarios es el bajo porcentaje de aprobación de la materia, que suele ser de entre el 33 % y el 50 %. Esta es una problemática común en el nivel universitario: según un informe realizado por la Dirección de Estadísticas de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina), las materias del área disciplinar química se encuentran entre las que resultan más difíciles de aprobar para los alumnos del primer año (Minardi et al., 2015). Este estudio reveló porcentajes similares de desaprobación a los que observamos en UNGS, lo que puede atribuirse tanto a la dificultad de la comprensión de los contenidos mínimos como también a la falta de herramientas y hábitos de estudio adecuados.

El conjunto de estas circunstancias fueron las que nos impulsaron desde el cuerpo docente de QG, a buscar maneras más efectivas de apoyar a los estudiantes. Nuestros objetivos son darles herramientas para estudiar de forma correcta, alentarlos a formar grupos de estudios, propiciar la interacción con estudiantes más avanzados y promover la autocrítica. De este modo, buscamos que los estudiantes mejoren su rendimiento en la materia y desarrollen la capacidad para decidir si están preparados para rendir el examen final.

1.2. El programa de Adscripciones y Becas en docencia

El programa de adscripciones a nivel institucional tiene el objetivo de fortalecer la oferta formativa, contribuyendo a la formación de docentes noveles bajo la dirección de docentes formados. Los adscriptos pueden ser graduados de carreras afines a la asignatura objeto de la adscripción o estudiantes de grado que tengan aprobada la asignatura objeto de la adscripción. El período de la adscripción corresponde a un semestre lectivo, pudiendo renovarse por otro semestre (reglamento de adscripciones, resolución CICI 6185/2023).

Durante el segundo semestre de 2023 y el primero de 2024 se incorporaron estudiantes avanzados como adscriptos a QG. El plan de las adscripciones se centró en formar a los estudiantes avanzados en docencia y a la vez fomentar la interacción de estudiantes iniciales con pares más experimentados.

Durante el primer semestre, se incorporaron 4 adscriptos. En el segundo semestre, 2 de ellos no renovaron la adscripción por motivos personales. Trabajaron en conjunto 3 docentes con cargo de Jefes de Trabajos Prácticos a cargo de 2 comisiones de alrededor de 35 estudiantes cada una. Los adscriptos asistieron primero como observadores y luego resolviendo ejercicios en el pizarrón. También estuvieron presentes durante el desarrollo de los trabajos prácticos de laboratorio y, fuera del horario de clase, participaron en los talleres. En estas instancias participaron activamente mostrando el correcto manejo del material de laboratorio y respondiendo consultas individuales de los estudiantes.

2. LA PROPUESTA: TALLERES COMO ESPACIOS DE ACOMPAÑAMIENTO

2.1. El primer taller

En junio de 2023, se llevó a cabo el “Taller para rendir el examen final de Química General” al que asistieron alrededor de 40 estudiantes. Primero se los convocó al aula de cursada y los docentes se enfocaron en comentarles la modalidad del examen y los requisitos de aprobación, respondiendo a las dudas que iban surgiendo de los estudiantes. Luego, se les realizaron algunas preguntas como punto de partida: “¿Cómo van a preparar este examen? ¿Qué material de estudio van a utilizar?”. La mayoría de las respuestas coincidieron en utilizar los apuntes de la materia, realizar ejercicios y ver videos en plataformas tipo YouTube.

Para finalizar, se los orientó a que apareciera en escena la bibliografía de la materia, es decir, los libros recomendados por la cátedra. Si bien los estudiantes saben de su existencia, no está dentro de sus preferencias como material de estudio o como lugar a donde recurrir a buscar la información. A partir de esto, se los convocó a continuar el taller en la biblioteca de la Universidad. Allí se los informó acerca de la modalidad de los préstamos de los libros y se los acercó a la sección de Química para que tomaran los libros recomendados y los utilizaran. Como última instancia del encuentro, se les sugirió leer algunas secciones donde podían encontrar los

ISBN 978-987-47159-9-9

contenidos de la materia y también se los alentó a retirar los libros para que formaran parte del material de estudio para preparar el examen.

2.2. Talleres para ejercitar los contenidos de la cursada

El estudio efectivo en asignaturas como Química es fundamental para el éxito académico, dado que se caracterizan por un vocabulario técnico y la necesidad de reconstruir modelos teóricos complejos. Los hábitos de estudio juegan un papel crucial en la comprensión y asimilación de los contenidos en estas materias. Además, es necesario que los docentes adopten estrategias de enseñanza para reemplazar a la clase magistral repetitiva, que a menudo no cubre las necesidades individuales de los estudiantes[5] (Tapia Garófalo, 2023).

En respuesta a las dificultades que enfrentan los estudiantes de QG respecto al seguimiento de los contenidos de la materia y la comprensión de los conceptos, se ofrecieron talleres de resolución de ejercicios. Estos espacios de carácter no obligatorio se desarrollaron durante el segundo semestre de 2023 y el primer semestre de 2024, con una frecuencia aproximada quincenal y fuera del horario de clases, con una duración de 2 horas. Se comunicó a través del listado de correos electrónicos de los estudiantes, el aula virtual y se reforzó la convocatoria en las distintas clases presenciales.

La propuesta fue convocar a los estudiantes a la Biblioteca de la Universidad y proponerles la resolución de un ejercicio específico de los temas que ya habían sido tratados en clase, mientras los docentes con la colaboración de los adscriptos asistían respondiendo las consultas que iban surgiendo. Se desarrollaron entre 4 y 6 talleres en cada semestre, a los que asistieron entre 10 y 25 estudiantes.

Estos talleres tuvieron múltiples propósitos, entre los que destacan que los estudiantes conozcan los espacios propios de la Universidad como lugar de encuentro y estudio con sus pares y, en particular, las herramientas que ofrece la biblioteca, como préstamos de libros o disponibilidad de computadoras. Asimismo, que logren incorporar hábitos de estudio, que se enfrenten a la resolución de ejercicios y puedan abordarla con el acompañamiento directo de otros que les permitan destrabar las dificultades iniciales de “sentarse a estudiar”; poder preguntar sus dudas, aunque les resulten insignificantes pero que no les permiten avanzar en la comprensión de los temas y que puedan repasar los contenidos vistos en clase, realizar cálculos y mejorar las justificaciones de las respuestas.

2.3. Taller para preparar el examen final de Química General

Al concluir cada semestre abordado con los talleres, una vez finalizadas las instancias de recuperatorios y 2 semanas antes de las fechas de exámenes finales, se organizaron nuevamente los espacios de “Taller para preparar el examen final de Química General”. Se repitió la modalidad de la convocatoria a estudiantes a través del aula virtual, listas de correos electrónicos de las cursadas y carteleras en los pasillos de las aulas donde suelen cursar. En este caso, se les pidió inscribirse en un formulario “Google Forms” para recolectar algunos datos previos al taller, como, por ejemplo, si ya habían rendido el examen final alguna vez, qué material de estudio habían utilizado y cómo les había resultado. Cabe aclarar que se permitió inscribir a estudiantes que cursaron el mismo semestre o semestres anteriores que estuvieran en condiciones de rendir.

Estos talleres se realizaron en la Biblioteca, lo que permitió disponer del material de estudio necesario para incentivar fuertemente su uso. Los talleres se centraron en discutir métodos de estudio y despejar dudas sobre la modalidad del examen final.

3. RECEPCIÓN DE LA PROPUESTA

3.1. Talleres para la cursada. Encuesta

Al finalizar el semestre se realizó una encuesta para conocer el impacto que tuvieron los talleres en los estudiantes. Cada taller contó con la participación de entre 10 y 25 estudiantes, la encuesta fue respondida por 10 estudiantes de los cuales el 60 % aprobó el primer parcial y el 80 % estuvo de acuerdo con la nota obtenida, indicando que la misma reflejó su desempeño en el examen. En lo que sigue se discuten las conclusiones más relevantes.

El 90 % indicó que les resultó entre útil y muy útil la propuesta, en particular poder consultar a los docentes mientras realizan los ejercicios, aunque también valoraron juntarse a estudiar con compañeros, poder

ISBN 978-987-47159-9-9

dedicarle tiempo de estudio fuera de sus casas (manifestando que allí no cuentan con espacios adecuados). Muchos manifestaron que les resultó agradable el espacio de la biblioteca. También remarcaron que en estas instancias se enteraron de la existencia de clases de consulta durante el semestre, en particular, les resultó novedoso que pudieran asistir sin estar al día con la materia y consultar cualquier contenido. Además, destacaron la importancia de realizar los ejercicios de la Guía de estudios para poder mantener la asignatura al día. El 50 % indicó estar recursando la materia y el 67 % manifestó que los talleres les aportaron alguna mejora en la forma de estudiar la materia, resaltando los motivos como se mencionó anteriormente.

Los métodos de estudio más frecuentes fueron, resolver ejercicios de la Guía de estudios (90 %), de los talleres (80 %), leer apuntes de las clases (70 %), ver videos de la materia (60 %) y juntarse con compañeros e ir a clases de consulta (50 %). En muy menor medida, mencionaron haber buscado otros videos de química. Esto podría deberse a haber hecho hincapié en que estas fuentes pueden resultar confusas o de dudosa información.

Por último, se les preguntó sobre su percepción de los resultados de las notas y sus métodos de estudio y mostraron bastante autocrítica, reconociendo algunos errores en la resolución y dificultad en las justificaciones o falta de estudio como motivo de desaprobación y evitando enfocarse en que las correcciones estaban mal. Al contrario, mostraron conformidad con las mismas y las devoluciones de los docentes. Como comentarios generales también mostraron agradecimiento de la oferta de estas actividades.

3.2. Talleres para los finales. Encuestas



FIGURA 1. *Observaciones acerca de la participación en los talleres*

Luego de que se publicaron las notas del examen final se realizó una encuesta para conocer la opinión de los estudiantes respecto del taller. Entre el 47 y el 55 % indicó que les resultó entre útil y muy útil el aporte del taller al momento de preparar el final. Sólo 3 estudiantes en cada instancia indicaron que les aportó poco o nada.

De lo charlado en los talleres, los estudiantes que cursaron en 2023 expresaron haberse enterado de la existencia de clases de consulta durante el semestre recién en esta instancia final, es decir, luego de haber aprobado la cursada. Los estudiantes que cursaron en 2024 comprendían mejor el funcionamiento de los espacios de consulta. Suponemos que esta mejora se debe a que los docentes hicimos un esfuerzo adicional para reiterar la información sobre el funcionamiento de la materia.

Dentro de los métodos de estudio seleccionados para esta instancia de evaluación, más del 60 % de los estudiantes eligió leer apuntes de las clases (86-100 %), resolver ejercicios de la Guía (76-87 %), leer la bibliografía recomendada (60-72 %), hacer resúmenes (62-73 %) y en menor medida ver videos de la materia (52-73 %). Nuevamente, fueron pocos aquellos que seleccionaron ver otros videos de química, o consultar bibliografía aparte de la materia (14-20 %). Menos del 35 % afirmó haberse juntado a estudiar con compañeros o asistir a clases de consulta. En opinión de los autores, es importante reforzar este hecho en el futuro.

En ambas encuestas, más del 80 % manifestó estar de acuerdo con la nota obtenida, incluso en la fecha de julio de 2023 con sólo un 35 % de aprobación del examen. Entre los comentarios, es común que los estudiantes reconozcan haber comprendido los errores cometidos o las respuestas incompletas. También sugieren que deberían haber dedicado más tiempo al estudio o profundizado más en los contenidos, y reconocen la falta de herramientas para demostrar su conocimiento o la necesidad de mejorar sus justificaciones. Por otro lado, han señalado cierta sorpresa en el componente más teórico del examen final respecto de los exámenes parciales, a pesar de haber intercambiado esa información en el taller.

Entre el 10 y el 25 % de quienes respondieron la encuesta, ya había rendido el examen final anteriormente y más del 75 % manifestó que los talleres les aportaron alguna mejora en la forma de estudiar la materia, resaltando puntualmente que el taller ayudó a organizar el material de estudio, a entender la

ISBN 978-987-47159-9-9

modalidad del examen, conseguir un modelo de examen, conectar con otros estudiantes para juntarse a estudiar, brindarles tranquilidad al conocer más sobre la modalidad y poder reconocer si estaban preparados para rendir, entre otros. También subrayaron la importancia de retirar los libros recomendados al asistir al taller, lo que les facilitó la elaboración de respuestas más precisas.

En la FIGURA 2 se recogen algunos testimonios de estudiantes respecto a su experiencia en los talleres.

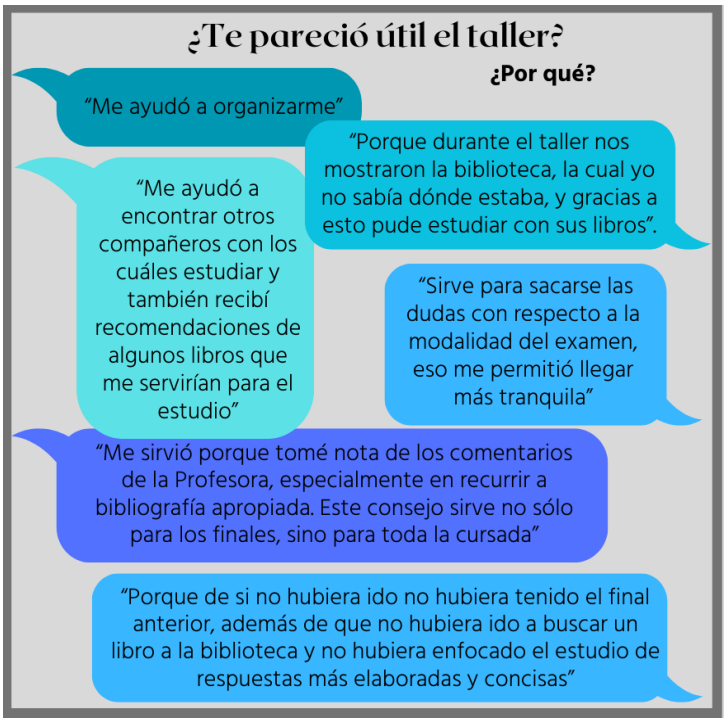


FIGURA 2. *Testimonios extraídos de la encuesta de estudiantes sobre el Taller para preparar el Final de QG.*

3.3. La participación de estudiantes avanzados como adscriptos

Para los estudiantes adscriptos a QG, esta experiencia representó su primer contacto con la docencia. Se enfrentaron a un nuevo rol dentro del aula, siendo vistos como referentes por los estudiantes iniciales. Esto los desafió a superar la timidez de estar frente al grupo, ya fuera resolviendo ejercicios en el pizarrón o asistiendo a los docentes en las consultas. Además, tuvieron la oportunidad de cuestionar y reevaluar algunos de sus conocimientos previos, descubriendo que siempre hay oportunidad para aprender más, incluso sobre conceptos que creían dominar.

En los talleres, la experiencia fue particularmente enriquecedora. El diálogo cercano entre los adscriptos y los estudiantes iniciales generó un ambiente descontracturado en el cual los estudiantes se sintieron en confianza para hacer preguntas, que en algunos casos no formulan a los docentes por miedo a equivocarse. En este contexto los adscriptos desempeñaron un papel valioso como intermediarios entre estudiantes iniciales y docentes.

4. CONCLUSIONES

La implementación de los talleres, en conjunto con las adscripciones a una materia inicial como QG, permitió crear un entorno de aprendizaje dinámico y participativo, donde los adscriptos, al asumir roles de apoyo en la docencia, facilitaron la comprensión de los conceptos básicos para los estudiantes iniciales. Este enfoque colaborativo resultó en una experiencia educativa más enriquecedora para los involucrados, demostrando la eficacia de combinar la teoría con la práctica en la enseñanza de QG.

ISBN 978-987-47159-9-9

Los estudiantes que participaron de los talleres pudieron evaluar si estaban en condiciones de rendir el examen final o les faltaba adquirir conocimientos imprescindibles. Aquellos que se presentaron al examen final desarrollaron la autocrítica necesaria para identificar sus errores y entender las razones detrás de los fracasos en los exámenes no aprobados. Por ejemplo, muchos se dieron cuenta de no comprender las consignas correctamente o de no saber redactar justificaciones, lo cual evidenció una falta de preparación. También se los observó más receptivos hacia las correcciones, considerándolas como una oportunidad de aprendizaje adicional; es decir, mostraron una actitud positiva hacia la autoevaluación propuesta.

Creemos que estos talleres fueron una instancia de relevancia para el desarrollo del "ser universitario" en el que los y las estudiantes pudieron adquirir herramientas en pos de ganar autonomía y autoconocimiento para enfrentar los desafíos que representa preparar los exámenes finales en sus carreras universitarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Censo de estudiantes 2019 y 2023 UNGS. https://www.ungs.edu.ar/institucional/informacion-y-estadisticas-universitarias/primer-censo-de-estudiantes-de-la-ungs

Barraqué, F., Sampaolesi, S., Briand, L. E. y Vetere, V. (2021). La enseñanza de la química durante el primer año de la universidad: el estudiante como protagonista de un aprendizaje significativo. *Educación Química, 32(1)*. DOI: http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.1.75760

Minardi, G., Duchowney, G. y Kudraszow N. (2015). *Informe de Trayectorias Estudiantiles*. Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP. Recuperado el 26 de agosto de 2024. http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2015/5/21/informe_de_trayectorias_estudiantiles.

Pierella, M. P. (2014). El ingreso a la universidad pública: diversificación de la experiencia estudiantil y procesos de afiliación a la vida institucional. *Universidades, 60*, 51-62. Recuperado el 26 de agosto de 2024. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37333038006

Tapia Garófalo, X., De Leon Nicaretta, F. (2023). Influencia de los Hábitos de estudio en el aprendizaje de la Química, en los estudiantes de Nivelación de la Universidad Nacional de Chimborazo (Tesis de Posgrado) Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11528

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/14Z2lGpt-7BphhOIs2gomy73RsvKdCIZH/view

ISBN 978-987-47159-9-9

LA ESI EN EL AULA DE QUÍMICA: CONSUMO PROBLEMÁTICO DE ALCOHOL

Milagros García Armario

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
milagrosgarcia778@gmail.com

Resumen

El presente trabajo desarrolla una propuesta áulica enmarcada en la Educación Sexual Integral (Ley 26.150), que tiene como propósito problematizar y reflexionar en torno al consumo problemático de alcohol sobre todo en adolescentes, utilizando como disparador diferentes publicidades de bebidas alcohólicas que permiten el análisis de "lo que se muestra" y lo que "no se muestra" del consumo de las mismas. Para profundizar en esta problemática se incentiva a las y los estudiantes a realizar una investigación que permita comprender la complejidad del alcoholismo desde todas sus aristas. De este modo, se apunta a lograr la concientización sobre el consumo responsable en los estudiantes de la institución, siendo los propios estudiantes quienes se ocupen de acercar esta problemática a sus pares, para que puedan de este modo, decidir con libertad y responsabilidad, cuidar su cuerpo y su salud, expresar sus emociones, ser respetuosos, solidarios y empáticos. La secuencia didáctica se llevó a cabo en quinto año de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad Nacional del Sur en el marco de la residencia docente del Profesorado en Química de la Enseñanza Media de la misma universidad.

Palabras clave: *ESI; alcoholismo; publicidad; química; reflexión.*

1. INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual, cada vez es más recurrente el consumo de alcohol tanto en adultos como en jóvenes y adolescentes, comenzando a temprana edad. "La adolescencia es reconocida como una etapa crítica, por ser una etapa de transición, donde muchos adolescentes tienen problemas para manejar tantos cambios a la vez y pueden desarrollar conductas de riesgo" (Ahumada-Cortez, et al., 2017, p. 14), por esta razón resulta necesario abordar estas problemáticas en el ámbito escolar.

La ESI "es un espacio sistemático de enseñanza aprendizaje que promueve saberes y habilidades para la toma de decisiones responsables y críticas en relación con los derechos de niños, niñas y adolescentes al cuidado del propio cuerpo, las relaciones interpersonales, la información y la sexualidad" (Observatorio de Familias y Juventudes, s/f, p. 3). En este sentido, la Educación Sexual Integral (Ley 26.150) entendida como un derecho, garantiza el acceso a otros, ya que brinda herramientas para que las y los adolescentes puedan: expresar sus emociones, decidir con libertad y responsabilidad las formas de relacionarse con otras personas, de experimentar el placer y el reconocimiento y cuidado del propio cuerpo y el de los demás, respetar la diversidad, construir un análisis crítico sobre los mensajes cotidianos sobre la sexualidad (televisión, internet, chistes), saber reconocer la violencia sexual y a quién acudir, entre otras cosas (Fundación huésped, 2018).

En el presente trabajo se desarrolla una propuesta didáctica llevada a cabo en el marco de la residencia docente del Profesorado en Química de la Enseñanza Media de la Universidad Nacional del Sur en el año 2022. En la misma se aborda al alcoholismo como una problemática social vislumbrando la transversalidad de la ESI en el currículo desde sus cinco ejes: cuidar el cuerpo y la salud, valorar la afectividad, garantizar la equidad de género, respetar la diversidad y ejercer nuestros derechos.

A partir de diferentes actividades, se coloca a los y las estudiantes como protagonistas, en un rol activo en la construcción de su aprendizaje, generando en ellos y ellas autonomía, compromiso y responsabilidad y que de este modo logren trabajar en forma grupal, aprender con otros, desarrollar un pensamiento crítico, expresar sus ideas tanto de forma oral como escrita, dotando a las producciones de la propia experiencia, reflexionando y ocupando un rol de concientización con ellos y con otros.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. SECUENCIA DIDÁCTICA

2.1. Contextualización

La presente propuesta tiene como destinatarios a estudiantes de quinto año de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad Nacional del Sur, de la orientación "Técnico en Producción Agropecuaria" en la asignatura Química Orgánica y Biológica. La secuencia forma parte de la unidad didáctica en donde se abordan las funciones orgánicas oxigenadas: alcoholes, éteres, aldehídos y cetonas.

2.2. Objetivos

Que los y las estudiantes logren:

- Desarrollar conciencia sobre el consumo del alcohol, su efecto en el organismo y su implicancia social en diferentes problemáticas.
- Buscar, seleccionar y sintetizar información.
- Expresar con claridad sus ideas, tanto de forma oral como escrita.
- Construir conocimientos de manera colaborativa respetando la participación de sus compañeros y compañeras.

2.3. Clase 1: Problematizando el consumo de alcohol

En el primer momento de la clase, se proyectan tres publicidades de diferentes bebidas alcohólicas, después las y los estudiantes deben reflejar lo observado con tres palabras que indiquen los aspectos más recurrentes en las publicidades observadas: las mismas forman parte de una lluvia de ideas que se plasman en una nube de Mentimeter (FIGURA 1).



FIGURA 1. *Primera lluvia de ideas: ¿cómo se muestra al consumo de alcohol en las publicidades?*

Posteriormente se retoman las palabras de la lluvia de ideas planteando los siguientes interrogantes: ¿Cuál es la otra cara del consumo de alcohol? y ¿qué es lo que la publicidad no muestra? nuevamente los y las estudiantes representan su posicionamiento a través de dos palabras en otra lluvia de ideas (FIGURA 2).



FIGURA 2. *Segunda lluvia de ideas: ¿Qué es lo que las publicidades no muestran sobre el consumo del alcohol?*

ISBN 978-987-47159-9-9

Recuperando las palabras con que se construyeron las nubes de ideas e incentivando el intercambio, los y las estudiantes expresan situaciones de su vida cotidiana donde se visualiza que el consumo de alcohol, "es un comportamiento aceptado y hasta valorado desde una perspectiva cultural" (Leandro Cahn, et al., 2023, p. 57) generando un sentido de pertenencia, tal como menciona del Valle Torasso las bebidas alcohólicas aparecen asociadas al éxito social, a la diversión, a los buenos momentos, al encuentro (2016, p. 6) de este modo, las y los estudiantes lo representaban con palabras como diversión, felicidad, amigos, fiesta, noche. Y como contracara de la misma moneda, los llamados "efectos secundarios" que se esconden detrás del consumo de alcohol como: resaca, violencia, accidentes, perdida de conocimiento, situaciones de abuso, entre otras.

Como se observa las y los estudiantes reconocen que las publicidades solo representan al consumo del alcohol vinculado al bienestar, placer, felicidad, etc., y buscan de esta manera generar un impacto positivo sobre la sociedad. A su vez, considerando que los jóvenes y adolescentes "sufren una mayor exposición a las conductas de riesgo provocadas por publicidades que trabajan los códigos de comunicación utilizados por los jóvenes" (del Valle Torasso, 2016, p.5), es necesario problematizar y reflexionar acerca del consumo partiendo de vivencias cotidianas, ya que en muchos casos incluso beben con la intención de desinhibirse y potenciar las relaciones sociales (del Valle Torasso, 2016, p.5).

A partir de la reflexión oral realizada en el primer momento, se propone en un segundo momento, ahondar en esta problemática para profundizar en cuestiones relacionadas al consumo de alcohol y su implicancia social, así como también su efecto negativo en el cuerpo.

Consigna: En grupos realizar una infografía en donde se aborde al consumo del alcohol desde diferentes perspectivas.
La información plasmada en la infografía debe ser clara, estar ordenada y debe poder ser leída correctamente. Para realizarla pueden usar cualquier programa o página web que les resulte interesante o que ya conozcan (Canva, Publisher, Genialy, etc.)
La presentación de la infografía se realizará a través de un video de 5 min aproximadamente en el que todos participen.

Los grupos son formados aleatoriamente al igual que la asignación de la temática a investigar, las cuales son:

- Efectos del consumo del alcohol en el cuerpo a corto plazo y largo plazo
- ¿Por qué el alcoholismo se considera una problemática social?
- El alcohol, ¿es una droga?
- Alcoholismo en adolescentes
- Tasa de alcohol en sangre y graduación alcohólica

Una vez asignados los grupos con sus respectivas temáticas se da comienzo a la investigación, llevada a cabo en la biblioteca para que las y los estudiantes puedan consultar los diferentes libros disponibles en la escuela, también pudiendo acceder a diferentes sitios web. Cabe destacar que, durante este proceso, la docente recorre los grupos asesorando a las y los estudiantes en su búsqueda y resolviendo dudas.

2.4. Clase 2: Reflexionando y tomando conciencia sobre el alcoholismo

Para la presentación de las producciones cada grupo debió elaborar un video que complementa la información seleccionada y dispuesta en la infografía, permitiendo así que cada grupo pueda socializar frente a sus compañeros y compañeras sus producciones sobre el alcoholismo, enriqueciéndose y convirtiéndose en replicadores de conocimiento.

En este sentido, el objetivo de esta actividad es la elaboración de infografías que reflejen el abordaje del alcoholismo desde diferentes aristas reconociéndolo como una problemática social y que, a su vez, sirvan para su propia concientización y la de la comunidad educativa en general. Es por ello, que, una vez socializadas las producciones en el curso, se suben a un Padlet colaborativo (FIGURA 3) y generando un código QR para que cualquier persona de la institución pueda acceder al mismo. La difusión se realiza a través de una cartelera, la

ISBN 978-987-47159-9-9

cual consta de un título, pensado y seleccionado por las y los estudiantes, acompañado del Código QR (FIGURA 4).



FIGURA 3. *Vista del Padlet donde se cargaron las producciones realizadas.*

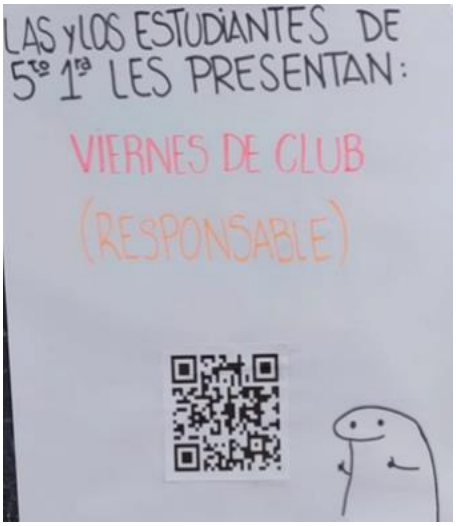


FIGURA 4. *Cartelera realizada por las y los estudiantes.*

La reflexión se hizo presente en todo momento, a medida que se iban compartiendo las diferentes producciones. Surgieron problemáticas asociadas al consumo problemático de alcohol que involucran a la persona alcoholizada y a su entorno como, por ejemplo: efectos negativos sobre el organismo, psicológicos y cognitivos, desinhibición y falsa seguridad, embarazos no deseados, ETS y relaciones sexuales sin consentimiento, violencia intrafamiliar, violencia y disturbios en la vía pública, accidentes de tránsito, conflictos laborales, entre las cuestiones más relevantes.

Finalizada cada presentación se propone realizar un proceso de auto y coevaluación utilizando la siguiente rúbrica (TABLA I) para valorar la participación y colaboración de cada miembro del grupo, la comprensión del tema investigado, la selección de la información de fuentes confiables, siendo la misma relevante y clara y, por último, el diseño de las producciones:

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA I. *Rúbrica para la evaluación, coevaluación y autoevaluación*

	Nivel 4 😎	Nivel 3 😁	Nivel 2 😕	Nivel 1 😶	PESO
Participación y colaboración	Todos los miembros del equipo han participado activamente en el desarrollo del trabajo. Clima de respeto y colaboración.	En su mayoría, los miembros del equipo han participado en el desarrollo del trabajo. Clima de respeto y colaboración.	Pocos miembros del equipo han participado en el desarrollo del trabajo.	Solo uno o ninguno de los miembros se comprometió con el trabajo. No hubo respeto ni comunicación entre los miembros.	25 %
Selección de la información	Información completa, relevante y clara	En general, la información es completa y clara	La información es algo incompleta y poco clara	Información incompleta, irrelevante y confusa	25 %
Compresión del tema	Excelente comprensión del tema trabajado	Buena compresión del tema trabajado	Por momentos no demuestra buen dominio del tema trabajado	La compresión del tema es escasa	25 %
Diseño	El diseño es creativo y original. La información es clara.	Buen diseño. La información es clara.	Buen diseño, la información no es del todo clara	No hay un buen diseño. La información no es clara.	25 %

La coevaluación y la autoevaluación “permiten identificar logros personales y grupales, fomentar la participación y reflexión, opinar sobre su actuación dentro del grupo, aportar soluciones para el mejoramiento individual y grupal” (Lodezma Tamayo Caballero, 2018), es así que estas acciones que conducen al desarrollo de la metacognición. En palabras de Anijovich, este tipo de propuestas “fomentan relaciones horizontales e instala una cultura democrática, en la que el saber del profesor ‘para juzgar’ un buen trabajo se comparte con los estudiantes (…) promoviendo la reflexión acerca de los juicios que emiten los propios alumnos” (2017, p. 32).

En este sentido, las y los estudiantes fueron muy críticos en cuanto al desarrollo de la actividad, la labor realizada por cada integrante del grupo, la responsabilidad y la dedicación con la que se involucraron en la realización de la misma, la utilización del lenguaje y la comprensión del contenido al momento de expresar lo investigado, sus opiniones e ideas. La retroalimentación entre las y los estudiantes y la docente resulta constructiva a sus compañeros, lo que a su vez les ayuda a reflexionar sobre su propio aprendizaje y a mejorar sus habilidades.

3. REFLEXIÓN FINAL

A partir de la puesta en práctica de la propuesta las y los estudiantes pudieron interiorizarse en situaciones asociadas al consumo de alcohol que los atraviesan en su vida cotidiana, reflexionar sobre ellas desde una mirada crítica, que contribuye a su formación como ciudadanos capaces de tomar decisiones de manera responsable y respetuosa con su entorno y consigo mismos, cuidar su salud, poder establecer vínculos sanos, desarrollar la empatía, evaluar las consecuencias del consumo desmedido de alcohol y sobre todo reconociendo al alcoholismo como una problemática social y cultural. En este sentido, animo a los y las docentes a seguir trabajando sobre estas problemáticas en el aula, a recuperar la voz de los estudiantes, a fomentar el diálogo y la escucha activa, ellos siempre tienen algo que expresar.

En relación con lo anterior, considero relevante recuperar lo dicho por la docente co-formadora y los estudiantes sobre la propuesta:

La docente co-formadora destaca:

“las temáticas elegidas para el trabajo fueron de interés para las y los estudiantes, al igual que la autoevaluación y la coevaluación”.

Diferentes estudiantes ponderan:

"Me gustó la propuesta de los problemas que causa el alcohol porque no es algo que se vea/hable mucho y es importante saberlo si vas a consumir" (Estudiante 1).

"Estuvo buena. Me gustó que hayamos trabajado sobre el alcoholismo" (Estudiante 2).

"Interesante. Porque me interesa el tema del alcoholismo" (Estudiante 3).

"La clase fue motivadora y entretenida, porque vimos temas relacionados con química como el alcohol, qué causa, etc." (Estudiante 4).

"Me gustó hacer la reflexión sobre el alcoholismo y que pudimos dar nuestra opinión" (Estudiante 5).

Estos fragmentos evidencian la necesidad de habilitar estos espacios en las escuelas, ofreciendo instancias de escucha, reflexión y diálogo, corriéndonos de la forma tradicional de abordar estos contenidos.

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a los y las estudiantes de "5°1°" orientación "Técnicos en Producción Agropecuaria" del año 2022 de la Escuela de Agricultura y Ganadería, a la docente del curso Prof. Marisa Fernández, a las tutoras de práctica Dra. Sandra Hernández y Lic. Carolina Fernández Coria por acompañarme en este recorrido. De igual modo, agradezco la financiación del PGI-UNS 24/Q124 en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Absolut Argentina. (2016) Absolut Nights - Noches que nos enseñan a vivir el momento. https://www.youtube.com/watch?v=2hKoVOive8c

Ahumada-Cortez, J., Gámez-Medina, M., Valdez-Montero, C. (2017) el consumo de alcohol como problema de salud pública. *Ra Ximhai, 13*(2), 13-24. https://www.redalyc.org/pdf/461/461 54510001.pdf

Anijovich, R. (2017). *La evaluación como oportunidad*. 1a ed. Paidós. ISBN: 978-950-12

Cahn, L., Cortelletti F., Lucas, M., Valeriano, C. (2020) *Educación Sexual Integral: Guía básica para trabajar en la escuela y en la familia.* Siglo veintiuno editores. ISBN 978-987-801-230-8.

Cerveza Quilmes. (2009) Publicidad Cerveza Quilmes, Propaganda (2009). https://www.youtube.com/watch?v=h-sTC1FXdYI

del Valle Torasso, R. (2016). La publicidad y su influencia en el consumo de alcohol como generadora de adicciones en los jóvenes. *Actas de Periodismo y Comunicación, 2*(1). Disponible en: https://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/actas/article/view/4195/3421

Fundación Huésped (2018) *Los ejes de la ESI*. https://huesped.org.ar/wp-content/uploads/2018/ 12/f.huesped-curso-esi-los-ejes-de-la-esi.pdf

La oportunidad San Rafael. (2015) Frizzé Tenés un esqueleto, movelo! https://www.youtube.com/watch?v=OIxhzo0LI5U

Ley Nacional N° 26.150 Programa Nacional de Educación Sexual Integral. Octubre 2006. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26150-121222/texto

Lodezma Tamayo Caballero, R. (2018). Heteroevaluación, autoevaluación, coevaluación y evaluación compartida: consideraciones conceptuales. Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo. ISSN: 1989-4155. https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/10/heteroevalua cion-autoevaluacion.html

Observatorio de Familias y Juventudes. (s/f). Informe. Esi: el derecho a la educación Sexual integral. https://www2.hcdn.gob.ar/institucional/observatorios/juventud/archivos/ESI_derecho_educacion_sexual_integral.pdf

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1zLcKlxbXNArRcwmuHLPKa1SJNrOFpKPq/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.42

APRENDIZAJE COOPERATIVO: UN ENFOQUE PEDAGÓGICO EN LA COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS DE QUÍMICA ORGÁNICA

Daniela Caichug Rivera

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.
danyrivera2010@live.com

Matías Pila

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
matias.pila89@gmail.com

Elías López

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
eliaslopez567@gmail.com

Maricel Caputo

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
maricelcaputo2@gmail.com

Javier Carreras

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.
gjcarreras@gmail.com

Danila Ruiz

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
ruizdanila@gmail.com

Resumen

El aprendizaje colectivo es una metodología centrada en la construcción conjunta del conocimiento a través de la interacción entre estudiantes. A diferencia de enfoques individualistas, fomenta la interdependencia grupal, mejorando tanto el conocimiento académico como habilidades interpersonales como comunicación y empatía. Este método resulta especialmente útil en disciplinas como la Química Orgánica, donde los conceptos abstractos dificultan el aprendizaje. El estudio cuasiexperimental aquí presentado compara el aprendizaje cooperativo con la enseñanza tradicional en Química Orgánica I, en el segundo año de la Licenciatura en Química de la Universidad Nacional de La Plata. Mientras el grupo experimental trabajó en equipos heterogéneos resolviendo problemas y realizando experimentos, el grupo de control recibió instrucción expositiva. Se evaluaron conocimientos antes y después mediante pruebas escritas. Los resultados mostraron que el aprendizaje cooperativo mejora la comprensión conceptual, el pensamiento crítico y la resolución de dudas, además de fomentar responsabilidad compartida y autocorrección mediante el trabajo en equipo. En conclusión, esta metodología no solo optimiza el aprendizaje, sino que también incrementa la motivación de los estudiantes, recomendándose su aplicación en la enseñanza de ciencias, especialmente en áreas con alta abstracción conceptual.

ISBN 978-987-47159-9-9

Palabras clave: *aprendizaje colectivo; comprensión conceptual; interacción grupal; pensamiento crítico; enseñanza colaborativa*

1. INTRODUCCIÓN

En un contexto educativo, el aprendizaje cooperativo no solo promueve la adquisición de conocimientos académicos, sino también el desarrollo de habilidades interpersonales clave, como la comunicación efectiva, la empatía y la capacidad de trabajar en equipo. (Pujolàs, P., 2002). Este enfoque se ha mostrado particularmente útil en áreas del conocimiento que requieren de un alto grado de análisis crítico y comprensión conceptual, como las ciencias, las matemáticas y las humanidades.

El aprendizaje cooperativo es un enfoque pedagógico centrado en la construcción conjunta del conocimiento a través de la interacción y colaboración entre los estudiantes. A diferencia de otros modelos educativos más individualistas, el aprendizaje cooperativo enfatiza la importancia de la interdependencia entre los miembros del grupo, donde el conocimiento se desarrolla y profundiza mediante el intercambio de ideas, la resolución conjunta de problemas y el análisis crítico de perspectivas diversas. (Azorín, A. C. M., 2018).

Además de mejorar la comprensión de los contenidos, el aprendizaje cooperativo fomenta un entorno en el que los estudiantes aprenden a valorar las contribuciones de sus compañeros, a reflexionar sobre sus propias ideas y a trabajar hacia un objetivo común. Estas experiencias colaborativas refuerzan el sentido de comunidad en el aula y preparan a los estudiantes para desafíos futuros que requieran tanto competencia técnica como habilidades de colaboración en equipos multidisciplinarios.

El aprendizaje de la química presenta desafíos significativos debido a la naturaleza abstracta de muchos conceptos. Tradicionalmente, los estudiantes enfrentan dificultades para comprender temas como las estructuras moleculares, las reacciones químicas y los principios termodinámicos. El aprendizaje cooperativo ha emergido como una alternativa pedagógica eficaz para abordar estos desafíos, fomentando la interacción entre estudiantes para que construyan el conocimiento de manera conjunta. (Gillies, R. M., 2016).

1.1. Aprendizaje Cooperativo: Características y Principios

El aprendizaje cooperativo es un sistema didáctico que potencializa las capacidades intelectuales y las habilidades sociales, son métodos interactivos que favorecen el desarrollo cognitivo –afectivo. Para Aranguren (2014) se caracterizan por la interacción entre estudiantes que trabajan juntos para aprender. Su práctica supone, en el estudiantado, la descentración cognitiva modificadora de las estructuras intelectuales dando lugar al progreso cognitivo. Las metas del aprendizaje cooperativo son estrictamente grupales, su éxito depende de cada uno de sus miembros; por lo que el intercambio de ideas, posturas e información, propician la interacción generando la confrontación de puntos de vistas en torno a una misma tarea (FIGURA 1).



FIGURA 1. *Características del aprendizaje cooperativo.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Por lo tanto, el aprendizaje colectivo no solo se presenta como una metodología eficaz en la adquisición de conocimientos, sino también como una estrategia integral que prepara a los estudiantes para participar de manera efectiva en contextos de trabajo colaborativo, tan necesarios en la sociedad actual. Este trabajo de investigación tiene como objetivo explorar la efectividad del aprendizaje cooperativo en la comprensión de conceptos clave en química orgánica I.

2. METODOLOGÍA

Este estudio utilizó un diseño cuasi-experimental con dos grupos: un grupo experimental que participó en actividades de aprendizaje cooperativo y un grupo de control que recibió instrucción tradicional, expositiva. La investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de La Plata, en la carrera de Licenciatura en Química con estudiantes de Química Orgánica I, involucrando a 30 estudiantes. Los participantes fueron seleccionados de manera intencional, incluyendo 15 estudiantes en el grupo experimental y 15 en el grupo de control. Los estudiantes fueron distribuidos de manera equitativa en cuanto a género y nivel de rendimiento académico previo.

El grupo experimental participó en sesiones de aprendizaje cooperativo, donde los estudiantes fueron organizados en grupos de 4. Durante estas sesiones, los estudiantes trabajaron de manera conjunta para resolver conceptos y ejercicios correspondientes a los temas del parcial (Estructura de Lewis, configuraciones electrónicas de los átomos, interacciones dipolo-dipolo, relación entre punto de fusión y punto de ebullición, modelos moleculares, ácidos y bases orgánicas, cinética y mecanismos de reacción), esto con el objetivo de evaluar el impacto del aprendizaje cooperativo en la comprensión de conceptos de química. Esta dinámica les permitió no solo abordar los problemas desde diferentes perspectivas, sino también apoyarse mutuamente en la comprensión de los contenidos.

Por otro lado, el grupo de control recibió instrucción tradicional, centrada en una enseñanza expositiva donde el docente impartía las lecciones y los estudiantes aprendían de forma individual, sin interacción grupal significativa. (*Fontana, M. E. A., & Expósito, C. D., 2020).*

Al finalizar el proceso, se utilizaron pruebas estandarizadas (preguntas y ejercicios de lo aprendido en clase) para medir los niveles de conocimiento de los estudiantes después del período de intervención. Estas evaluaciones permitieron cuantificar el grado de comprensión y retención de los conceptos por parte de los estudiantes, y compararlas entre ambos grupos. Con ello, se buscaba analizar si el enfoque cooperativo generaba mejoras significativas en la comprensión de los conceptos químicos en comparación con la instrucción tradicional.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que el aprendizaje cooperativo tiene un impacto significativo en la comprensión conceptual de los estudiantes en comparación con los métodos de enseñanza tradicional. Se observó una mejora considerable en la capacidad de los estudiantes para abordar temas complejos de química. Específicamente, los estudiantes del grupo experimental que participaron en actividades de aprendizaje cooperativo mejoraron sus calificaciones en un promedio del 25% estos porcentajes se obtuvieron de los resultados de los parciales posteriores a la intervención, mientras que el grupo de control, que recibió instrucción tradicional, solo mejoró en un 10%.

Después de realizar el análisis se identificó ciertos comportamientos significativos al aplicar el método de aprendizaje colaborativo frente al método estándar o tradicional.

- ✓ **Mayor comprensión conceptual:**

Los estudiantes tienen la oportunidad de confrontar sus ideas y percepciones con las de sus compañeros basadas en sus experiencias previas y formas de razonamiento, este proceso de interacción genera un intercambio de perspectivas que permite abordar un mismo concepto desde diferentes ángulos, facilitando una comprensión más profunda.

ISBN 978-987-47159-9-9

✓ **Fomento del pensamiento crítico:**

Al explicar un concepto a sus compañeros, los estudiantes refuerzan su propio conocimiento. La enseñanza entre pares es una de las formas más efectivas de consolidar el aprendizaje. Los estudiantes debaten, explican, corrigen, evalúan, solucionan dudas, y crean hipótesis por lo cual desarrollan un pensamiento más crítico basado en argumentos.

✓ **Resolución conjunta de dudas:**

Cuando los estudiantes discuten los conceptos, surgen preguntas y dudas que quizás no aparecerían en un contexto individual. Al abordar estas dudas en grupo, todos ganan una comprensión más sólida y precisa.

✓ **Flexibilidad cognitiva:**

Es un aspecto crucial del pensamiento crítico y se refiere a la disposición para considerar diferentes puntos de vista, aceptar ideas que desafíen nuestras creencias previas, y cambiar de opinión cuando se presentan evidencias más certeras o argumentos sólidos.

✓ **Responsabilidad compartida:**

La interdependencia positiva en los grupos crea un sentido de responsabilidad hacia los compañeros. El trabajo en grupo permite que los estudiantes se ayuden entre sí cuando se enfrentan a dificultades. Este apoyo emocional y académico contribuye a mantener el interés y a superar obstáculos.

✓ **Corrección de errores:**

El trabajo en grupo ofrece la posibilidad de que los errores conceptuales sean identificados y corregidos a través de la discusión. Cuando uno o varios miembros del grupo no comprenden algo de manera adecuada, otros pueden aportar aclaraciones o correcciones, ayudando a todos a mejorar su comprensión.

4. DISCUSION

En línea con estudios previos, como los de Johnson y Johnson (2009) y Slavin (1996), se observó una mejora considerable en la capacidad de los estudiantes para abordar temas complejos de química. Estos hallazgos destacan varias ventajas clave del enfoque cooperativo. En primer lugar, se observó un incremento en la comprensión conceptual entre los estudiantes que participaron en el aprendizaje colaborativo. La interacción entre pares permitió que los estudiantes discutieran conceptos complejos, abordaran problemas desde múltiples perspectivas y corrigieran errores de manera conjunta. Este proceso no solo fomentó una comprensión más profunda de los conceptos, sino que también desarrolló su pensamiento crítico.

Además, el aprendizaje cooperativo mejoró las habilidades interpersonales de los estudiantes, como la comunicación efectiva y la empatía, lo que contribuyó a un ambiente de apoyo mutuo dentro del aula. Esto es consistente con las teorías de Vygotsky, que subrayan la importancia de la interacción social en el desarrollo cognitivo. Los estudiantes en los grupos de aprendizaje cooperativo se mostraron más motivados y comprometidos con las tareas, lo que también pudo haber influido positivamente en su rendimiento académico.

Sin embargo, es importante señalar algunas limitaciones en la aplicación del aprendizaje cooperativo. Aunque la mayoría de los estudiantes se beneficiaron de la metodología, algunos mostraron dificultades para adaptarse al enfoque grupal, lo que sugiere la necesidad de una orientación más intensa por parte del docente para asegurar la participación equitativa de todos los estudiantes. Además, el diseño cuasi-experimental del estudio no permite eliminar completamente las variables externas que podrían haber influido en los resultados, como las diferencias en los niveles de motivación y habilidades previas entre los estudiantes.

5. CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que el aprendizaje cooperativo es una herramienta eficaz para mejorar la comprensión conceptual en química. La interacción entre estudiantes, el intercambio de ideas y la resolución de problemas en conjunto les permitió abordar conceptos complejos de manera más efectiva. Además, se observó un aumento en la motivación y la confianza de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química.

El aprendizaje cooperativo en química permite a los estudiantes trabajar juntos no solo en la definición de conceptos sino también en la resolución de problemas, en experimentos de laboratorio o en proyectos más grandes. Por ejemplo, al estudiar la estequiometría, los estudiantes podrían dividirse en grupos para resolver diferentes problemas y luego explicar sus resultados a la clase. Esto no solo refuerza la comprensión de conceptos difíciles, sino que también mejora las habilidades de comunicación científica.

Este enfoque pedagógico debe ser considerado como una estrategia viable para las aulas de ciencias, en particular en temas donde los estudiantes suelen encontrar dificultades debido a la abstracción de los conceptos y resolución de problemas.

AGRADECIMIENTOS

A la UNLP por permitirnos no solo formarnos como científicos sino también por darnos el espacio y el apoyo para realizar nuestras tareas docentes. A la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, M. S. Z. (2020). El aprendizaje cooperativo y el desarrollo de las habilidades cognitivas. *Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa 2.0, 24*(1), 51-74. https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i1.1226

Aranguren, P. G. (2014). El debate cooperativo versus la exposición verbal del docente. *Revista Educare [Revista en Línea], 18*(1) 26 – 49. http://revistas.upel.edu.ve/index.php/educare/article/view/1868

Azorín, A. C. M. (2018). El método de aprendizaje cooperativo y su aplicación en las aulas. *Perfiles Educativos [Revista en Línea], 40*(161) 181 – 194. https://www.iisue.unam.mx/perfiles/numeros/2018/161

Fontana, M. E. A., & Expósito, C. D. (2020). El aprendizaje cooperativo y su valor social: Antecedentes en la historia de la educación argentina desde la colonia hasta fines del siglo XIX. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/146219

Gillies, R. M. (2016). Cooperative learning: Review of research and practice. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, *41*(3), 39-54. https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.977489802155242

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher, 38*(5), 365-379. https://doi.org/10.3102/0013189X09339057

Pujolàs, P. (2002). El aprendizaje cooperativo. Algunas propuestas para organizar de forma cooperativa el aprendizaje en el aula. [Documento en línea], Laboratorio de Psicopedagogía. Universidad de Vic, Zaragoza. https://www.ugr.es/~fjjrios/pce/media/7a-AprendizajeCooperativoAula.pdf

Slavin, R. E. (1996). Research on cooperative learning and achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary Educational Psychology, 21*(1), 43-69. https://doi.org/10.1006/ceps.1996.0004

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/14s20B1_m4bvzct4rHgjqX8lzs5n86wGi/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.43

LA ENSEÑANZA CONTEXTUALIZADA DE LA QUÍMICA: APORTES DESDE LA FORMACIÓN DE PROFESORES

Natalia Ospina Quintero

Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas, Universidad Simón Bolívar (USB), sede Barranquilla, Colombia.
natalia.ospina@unisimon.edu.co

Martín Pérgola

Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina
martinpergola@ccpems.exactas.uba.ar

Resumen

En el presente trabajo se propone una vía para enseñar a contextualizar en Química, se analizan dos ejemplos en poblaciones diferentes de formación inicial de profesores, en los que se parte de "escenarios de contexto", que permiten "usar" los modelos de la Química para explicar fenómenos complejos. Los resultados en ambos casos muestran que la reflexión crítica de los fenómenos permite no solamente profundizar en los modelos de la Química, sino también reconocer la pertinencia de explicar los fenómenos desde diferentes perspectivas, y la importancia de seleccionar las fuentes de información.

Palabras clave: *contextualizar la enseñanza; escenarios de contexto; formación de profesores; problemas en química*

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

El paradigma de la Química como ciencia incomprensible y peligrosa, supuso considerar la urgencia de una enseñanza "para todos" que le diera sentido a una disciplina científica "difícil", por estudiar fenómenos muy concretos que se pueden observar en el plano de lo macroscópico, pero fundamentada en entidades muy abstractas "*átomos a los que no se tiene acceso*" desde los sentidos (Izquierdo, 2004). Esta dificultad está asociada también a los diferentes lenguajes que se adoptan en química para comunicar, dado mediante diferentes registros semióticos complementarios que son de gran utilidad a los expertos, pero que pueden ser un obstáculo para quien está aprendiendo (Ospina y Galagovsky 2017; Pérgola y Pérez, 2023).

Sostenemos una perspectiva contextualizada de la enseñanza de la química, que habilite la comprensión de fenómenos diversos y complejos y que la sitúe en un paradigma alternativo al tradicional de descripciones que resultan incomprensibles, memorización de información descontextualizada por parte de los alumnos. Además de un enfoque, la Química en Contexto es una línea de investigación con aportes teórico-metodológicos y una larga historia que se puede evidenciar en propuestas con distinto alcance (Sjöström y Talanquer, 2014; Pérgola y Galagovsky, 2020).

La presente propuesta, desarrolla ejemplos de contextualización en la enseñanza de la química planteadas en el ámbito de la formación de profesores de distintos niveles educativos, que parten del presupuesto de la importancia de "usar" fenómenos observables, cotidianos, próximos al estudiantado y genuinamente problemáticos para movilizar ideas, estos fenómenos pueden ser variados e incluir no solo la vida cotidiana, sino también la historia de la ciencia, avances científicos, artefactos tecnológicos, asuntos sociocientíficos, contextos extracientíficos (Adúriz-Bravo, 2024; Autor, 2024).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se presentan dos ejemplos de enseñanza construidos en el ámbito de la formación docente, desde los que fue posible identificar procesos y conclusiones muy similares. El primero de ellos está relacionado con las

ISBN 978-987-47159-9-9

posibilidades que habilita en la formación inicial de profesores de secundaria la enseñanza de la contextualización en Química y el segundo en la formación inicial de profesores de primaria.

2.1. Primer ejemplo: Enseñar a contextualizar para Química de secundaria

Este ejemplo se llevó a cabo con 35 estudiantes de Licenciatura en Química (equivalente a profesorado universitario en Argentina), en la Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia, quienes se encontraban cursando la Didáctica de la Química (2023-I), que es posterior a tres cursos de Química específicos. Se trabajó en un periodo de ocho semanas, bajo la siguiente metodología:

A. SELECCIÓN DE UN FENÓMENO PROPUESTO PARA CONTEXTUALIZAR LA QUÍMICA

En este punto se les proporcionó una lista de fenómenos complejos con potencial para contextualizar modelos de la química, lo que se ha denominado "escenarios de contexto" entre estos se tenían: la pugna por el etiquetado frontal, los mitos en torno a la energía nuclear, ¿lo natural es bueno, los químicos son malos?, Covid 19. Limpieza, tratamiento con productos químicos, ayuno intermitente.

B. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN DISCREPANTE

En esta etapa los estudiantes debían revisar en prensa e internet si había información falsa o discrepante con respecto al fenómeno elegido. En otras palabras, si se identificaban noticias falsas, malintencionadas o parcialmente cierta pero armada en argumentos con distintas intenciones retóricas para convencer a cierta audiencia, esto particularmente cuando se trataba de una pugna, como la que se libró en el Congreso de la Nación en ocasión al etiquetado frontal de los alimentos ultraprocesados.

C. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y EXPLICACIÓN

En esta etapa se trabajó la siguiente consigna:

Expliquen desde los modelos de la química ¿Por qué esa noticia es falsa? O ¿Por qué es una publicidad engañosa?, así como también, analicen las posibles repercusiones que tendría en la población en general creer este tipo de contenido.

Los productos debían ser, por grupos, un póster a sustentar por grupos y un trabajo escrito con fines ampliativos

2.2. Segundo ejemplo: Enseñar a contextualizar en química para primaria

Este caso se llevó a cabo con 24 estudiantes del Profesorado de Nivel Primario, en la Escuela Normal Superior N° 10 Juan Bautista Alberdi, quienes se encontraban realizando sus prácticas profesionales docentes en las escuelas. Las estudiantes habían cursado con anterioridad a esta instancia tres materias de enseñanza de las ciencias naturales (en una de ellas se trabajan contenidos específicos de química y fisicoquímica). Se trabajó en un período de 14 semanas: las cuatro primeras bajo modalidad de clases teórico-prácticas, y las ocho siguientes fueron de práctica docente en las instituciones. Durante las clases teórico-prácticas se planteó la siguiente metodología de trabajo:

A. PRESENTACIÓN DE UNA PROBLEMÁTICA PARA APLICAR MODELOS QUÍMICOS ESCOLARES

En esta etapa se presentaron una serie de posibles problemáticas para ser tratadas educativamente con modelos químicos. Cada una de las mismas supuso un posible "escenario de contexto" que permitiera trabajar modelos químicos prescriptos por el diseño curricular de primaria de CABA, Argentina (Ministerio de Educación del Gobierno de la CABA, 2012).

Se priorizó como criterio aquellos que tenían que ver con problemáticas sociocientíficas, cuestiones relacionadas con el cuerpo humano como alimentación o procesos de salud y enfermedad, ambiente y recursos humanos, o historia de la ciencia (Autor, 2024).

B. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE QUÍMICA ESCOLAR A ENSEÑAR

En esta etapa los estudiantes debían buscar información en libros de química erudita sobre modelos que podían ser útiles para explicar las problemáticas propuestas. Una vez identificado el o los modelos que explicarían la problemática, debían realizar una adaptación mediante un proceso de transposición didáctica,

ISBN 978-987-47159-9-9

según el contexto educativo y la población de estudiantes de primaria donde implementarían su secuencia didáctica.

C. DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

En esta etapa las estudiantes debían crear una secuencia didáctica para aplicar en algún grado de la escolaridad primaria, con actividades cuya finalidad sería la de enseñar modelos químicos mediante un enfoque contextualizado, apelando a alguna problemática orientada según los criterios presentados en la etapa A.

3. RESULTADOS

El análisis de la formulación de respuestas a los problemas contextualizados a partir de escenarios dados a los estudiantes, resultó en aspectos comunes y recurrentes para los dos grupos, los cuales se explican a continuación:

3.1. Toma de conciencia del "Qué enseñar"

Los estudiantes, tanto del grupo de futuros profesores de secundaria, como de primaria, evidenciaron con este tipo de actividades la importancia de hacer un recorte intencionado de lo que enseñarán como futuros docentes. En general, se identifica que al comienzo de la secuencia presentan una idea enciclopédica de los modelos químicos, donde los mismos tienen ciertas características inalterables, que hay que enseñar en su totalidad (en primaria y secundaria) pues de otra forma los alumnos no aprenderían el "modelo completo".

Luego de trabajar con los problemas contextualizados concluyeron que el modelo químico que enseñarán debía estar adaptado a la problemática que se pretendía que comprendieran sus alumnos y que les fuera útil para explicarla. Es decir, no existe un único modelo enciclopédico escrito en los libros químicos, sino que es necesario construirlo como un análogo de la realidad, adaptado al contexto y comprensible para la población de alumnos, con potencia para explicar los fenómenos de la problemática.

3.2. Reconocimiento de la necesidad de adoptar enfoques multirreferenciales

En ambos grupos identificaron que no todas las respuestas ante un "escenario contextualizador" pueden ser encontradas únicamente en la disciplina científica que se quiere enseñar (la química en este caso), pues este tipo de problemáticas son tan complejas que merecen ser revisadas desde otras ópticas disciplinares. Un ejemplo de esto se presentó en el análisis de las energías renovables (grupo de futuros profesores de secundario), si bien es posible explicar desde los modelos de la química los aspectos relacionados con características fisicoquímicas, beneficios de una sociedad más sustentable, y hasta métodos de obtención de alternativas como el hidrógeno, no es posible atender a respuestas de cómo salvar la economía en un monopolio de combustibles fósiles, mientras se logra una posible transición energética.

3.3. Reconocimiento de distintas fuentes de literatura

En ambos grupos se evidenció un reconocimiento de los distintos tipos de fuentes bibliográficas y de la importancia de formar un criterio para seleccionarlas. Los estudiantes reconocieron las diferencias entre lo que se presenta en los libros de texto como información científica validada, y lo que se presenta en la prensa o en internet, que eventualmente puede ser información fraudulenta, malintencionada o ser errónea desde el punto de vista de la química.

3.4. Selección del escenario de contexto y recorte de los modelos a enseñar

Los estudiantes tomaron conciencia que deben hacer una selección de posibles escenarios de contexto para trabajar a nivel educativo, planteando recortes y alcances precisos según la población específica (primaria o secundaria, y distintas edades). Para eso debieron realizar una actividad de revisión de diseños curriculares para relevar los contenidos prescriptos según el curso, las propuestas de enseñanza, y el alcance con que se tratarían los contenidos científicos. Una vez realizada esa tarea realizaron una búsqueda de posibles problemáticas y escenarios de contexto, y plantearon actividad de resolución de problemas donde los alumnos

ISBN 978-987-47159-9-9

(de primaria y secundaria) tuvieran que utilizar modelos químicos para su resolución. Sobre esta propuesta se generaron las posibles intervenciones didácticas de enseñanza de los modelos químicos.

4. CONCLUSIONES

En nuestro trabajo destacamos cómo el enfoque de enseñanza contextualizada de la química o química en contexto presenta ventajas para trabajar los modelos químicos para explicar fenómenos de la vida real. En este sentido, aunque por contextualización de la química pueden entenderse una gran variedad de propuestas, en nuestro caso la ligamos con la modelización científica escolar y con la finalidad escolar actual que supone que los estudiantes deben egresar de la escuela secundaria pudiendo actuar en el mundo con criterios sustentados en modelos científicos.

Sostenemos que, para incorporar estas propuestas didácticas en todos los niveles educativos, es necesario primero incorporarlos en la formación docente inicial, para que los futuros docentes cuenten con las herramientas suficientes para promover una mirada afín al tratamiento de problemáticas de la vida real contextualizadas, que incorporen actividades genuinas de resolución de problemas y sean conscientes de la necesidad de una mirada multirreferencial.

En el trabajo que presentamos con distintas poblaciones de estudiantes de formación docente de primaria y secundaria, destacamos una implementación de una secuencia didáctica para enseñar a contextualizar. Creemos que los resultados positivos, demuestran la necesidad de realizar este tipo de actividades con estudiantes de profesorado para fortalecer la implementación de propuestas de enseñanza de ciencias naturales en contexto.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad de Buenos Aires por la financiación del proyecto UBACyT “LA REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA BASADA EN LA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DE SENTIDOS A PARTIR DE LOS APORTES DE LAS DIDÁCTICAS DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA MATEMÁTICA” (20020220400317BA) en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ministerio de Educación del Gobierno de la CABA, (2012). *Diseño curricular para la escuela primaria: segundo ciclo de la escuela primaria: educación general básica*. 1a ed. 1a reimp. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Ospina, N., y Galagovsky, L. (2017). La célula modelizada: una reflexión necesaria en el ámbito de la enseñanza. *Química Viva*, *16*(2), 41-63.

Pérgola, M. S., & Galagovsky, L. R. (2020). Enseñanza en contexto: la importancia de revelar obstáculos implícitos en docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, *38*(2), 0045-64.

Pérgola, M., y Pérez, G. (2023). La reflexión en la práctica docente en la enseñanza de Ciencias Naturales en primaria. Un estudio desde la Didáctica de las Ciencias Naturales. *Revista de Educación en Biología*, *26*(2), 6-23.

Pérgola, M., y Revel Chion, A. R. (2024). Una propuesta de abordaje multirreferencial del HACRE: posibles vinculaciones entre química y salud. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *19*(2), 273-289.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1xW6utuOpOENX2kFRlU0_geeUXHD8I_VU/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.44

INTEGRACIÓN TEORÍA-PRÁCTICA: EN BUSCA DE APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS Y ENFOCADOS EN LA VIDA PROFESIONAL

Cintia Jimena Fernández

INQUISUR, Departamento de Química, Universidad Nacional Del Sur (UNS)-CONICET, Av. Alem 1253, Bahía Blanca 8000, Argentina.
cintia.fernandez@uns.edu.ar

Natalia Andrea Gómez

INQUISUR, Departamento de Química, Universidad Nacional Del Sur (UNS)-CONICET, Av. Alem 1253, Bahía Blanca 8000, Argentina.
natalia.gomez@uns.edu.ar

Claudia Elizabeth Domini

INQUISUR, Departamento de Química, Universidad Nacional Del Sur (UNS)-CONICET, Av. Alem 1253, Bahía Blanca 8000, Argentina.
cdomini@criba.edu.ar

Mariano Garrido

INQUISUR, Departamento de Química, Universidad Nacional Del Sur (UNS)-CONICET, Av. Alem 1253, Bahía Blanca 8000, Argentina.
mgarrido@uns.edu.ar

Resumen

El presente trabajo plantea la organización de la asignatura Principios de Química Analítica y Quimiometría, de manera de establecer una estrategia de enseñanza tendiente a integrar la teoría y la práctica incorporando, de manera secuencial, las capacidades (saberes, habilidades y destrezas) a desarrollar en la materia, que se vinculan directamente con su futuro desempeño profesional. Se busca, de este modo, que los estudiantes transiten diferentes situaciones relacionadas con el trabajo típico de un químico analítico, a fin de que encuentren sentido en la realización de las prácticas y éstas, a su vez, sean un medio para lograr aprendizajes significativos.

Palabras clave: *integración teoría-práctica; química analítica; quimiometría; práctica de laboratorio; competencias.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Marco teórico

La asignatura Principios de Química Analítica y Quimiometría es un espacio curricular situado en el segundo año del plan de estudio de la Licenciatura en Química de la Universidad Nacional del Sur. El plan de estudios es nuevo y aún no han transcurrido dos años desde su implementación. El plan de estudios anterior estaba organizado en asignaturas netamente teóricas seguidas de materias prácticas, en una estructura guiada por un enfoque científico-tecnológico. Este enfoque se origina en las ideas positivistas de fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX, que entienden a la ciencia como el gran motor del desarrollo tecnológico y social. En este marco, la relación teoría-práctica implica un modelo "de ciencia aplicada" según el cual el conocimiento debe guiar las decisiones de la práctica, dejando a ésta a la espera de los mandatos de la teoría. Este saber, de tipo instrumental, es quien establece el control sobre la práctica en una relación teoría-práctica unidireccional (C. Alvarez Alvarez, 2012). La desvinculación entre la teoría y la práctica se ha visto plasmada en esquemas de

ISBN 978-987-47159-9-9

asignaturas teóricas dictadas por un profesor, generalmente diferente al docente que se encarga de las asignaturas prácticas subsiguientes. La evaluación de las asignaturas teóricas, puede involucrar situaciones problemáticas que los estudiantes tienen que resolver en base a la teoría enseñada y, supuestamente, aprendida, pero en ningún momento se enseña cómo se aplica la teoría a situaciones concretas del desempeño profesional (S. Avolio & S. Paley, 2023).

En contraposición a este modelo, y a partir de las investigaciones de varios autores con un enfoque constructivista del aprendizaje (Ausubel et al., 1983; Barbier, 1999; Schön, 1998) surge la propuesta de integración entre la teoría y la práctica, en una relación dialógica entre ellas, entre el conocimiento disponible y los componentes de la situación real (Schön, 1998). De esta manera, la teoría surge como respuesta a la resolución de problemas concretos, sirve para analizar situaciones, fenómenos, objetos, permite elaborar explicaciones de diferente complejidad sobre los hechos observados. Al mismo tiempo, la práctica se fundamenta en el saber teórico que se encuentra al servicio de la resolución de situaciones concretas, se constituye en un espacio de generación de conocimiento y contraste de los saberes previos, implica la conjugación de saberes y de juicios prácticos (S. Avolio & S. Paley, 2023). En este enfoque, el sujeto que aprende "no solo posee los saberes, sino que es capaz de movilizarlos y utilizarlos en el momento y de la forma adecuada para resolver una situación o problema de la práctica profesional" (S. Avolio & S. Paley, 2023).

La presente propuesta de trabajo, apunta a la realización de una práctica integrada con la teoría, en la que los conceptos necesarios van surgiendo de la necesidad de resolver problemas concretos, similares a los que se encontrarían en el desempeño de la profesión, a través del trabajo colaborativo para buscar soluciones a las problemáticas planteadas, sin la utilización de guías o recetas preconcebidas. Se espera que esta modalidad de trabajo, pueda contribuir a la formación integral de todas las dimensiones de la persona que ejercerá como profesional, tal como enuncia la Organización Internacional del Trabajo (OTI) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (Delors et al., 1997; Martens & Ducci, 1996). Así, se pretende reforzar la *dimensión ontológica*, que implica el "saber ser" profesional, la *dimensión pragmática*, constituida en un "saber hacer" que empodere a las personas para que resuelvan autónomamente sus problemas o desafíos, la *dimensión pedagógica* que se refleja en el "aprender a aprender" que pone en juego estrategias metacognitivas para seguir aprendiendo durante toda la vida, y la *dimensión democrática*, que se basa en el "aprender a convivir", para desarrollar la disposición a participar ciudadanamente, poniendo en valor la diversidad y el respeto por el otro (Ganga et al., 2018).

1.2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es presentar la organización de la asignatura Principios de Química Analítica y Quimiometría, que pretende ser un andamiaje para facilitar aprendizajes significativos en los estudiantes de Licenciatura en Química. El planteo está basado en el enfoque de educación por competencias, y se centra en la utilización de situaciones (reales o simuladas) propias del futuro contexto profesional. Esta organización de la asignatura apunta al desarrollo de determinadas competencias, que implican que los estudiantes: sean capaces de movilizar conocimientos y habilidades previas para la construcción de nuevos saberes teórico-prácticos, aprendan a sistematizar información de forma crítica, planifiquen el trabajo en el laboratorio, optimizando y organizando los tiempos de trabajo a fin de cumplir con plazos establecidos, interaccionen de forma efectiva con sus pares en un marco de respecto a las opiniones diversas, desarrollen habilidades en el laboratorio de química analítica, adopten una actitud crítica frente a sus resultados y generen espacios de reflexión sobre las prácticas realizadas.

2. Metodología

2.1. Características de la asignatura

La asignatura Principios de Química Analítica y Quimiometría es un espacio curricular en el que los estudiantes comienzan a familiarizarse con la Química Qnalítica como ciencia metrológica, vinculada fundamentalmente a la resolución de problemas analíticos derivados de planteos socioeconómicos o culturales que se suscitan en el entorno profesional. Asimismo, se busca tomar conciencia de que la información que deben brindar debe ser de calidad, para poder contribuir a la resolución de esos problemas. Dado que es la primera

ISBN 978-987-47159-9-9

asignatura de Química Analítica con la que se enfrentan, es importante que comiencen a desarrollar un léxico apropiado, que se familiaricen con el material de laboratorio, que aprendan a aplicar métodos clásicos (titulaciones y gravimetrías). Además, en la segunda parte de la asignatura, se aprenden los fundamentos del tratamiento estadístico de los datos obtenidos (visualizar, explorar, comparar) para determinar si los resultados tienen la calidad necesaria como para ser informados. Así, estos futuros Licenciados en Química comienzan a formar un 'criterio químico' (entendido como la capacidad de tomar decisiones apropiadas) basado en la calidad analítica y la honestidad, que los respaldará a la hora de tomar decisiones o brindar un resultado en su práctica profesional.

2.2. Propuesta pedagógica

La propuesta consiste en estructurar las actividades a partir del planteo de diferentes problemas, similares a los que se encontrarían en la futura vida profesional del Químico. De esta manera, en la búsqueda de la resolución del problema, surgirán los conceptos teóricos, la necesidad de desarrollar habilidades, la capacidad de buscar información relevante, etc.

A continuación, se presenta, a modo de ejemplo, uno de los problemas disparadores y se detallan las actividades, los conceptos previos o nuevos que deben ponerse en juego para resolver cada paso y las capacidades a desarrollar, las que se espera que contribuyan a generar competencias al final de la asignatura:

2.2.1. Planteo de la situación problemática

La municipalidad de Bahía Blanca ha realizado un dragado del arroyo Napostá, que atraviesa la ciudad. Se supone que los sedimentos pueden ser sumideros de metales y se sospecha que la acumulación de los sedimentos del dragado a orillas del arroyo ha generado zonas de suelos ricos en calcio y magnesio, a diferencia de otras zonas en las que estos metales se mantienen a niveles más bajos. La acumulación de estos dos metales podría ocasionar problemas en el crecimiento de las plantas. ¿Podrías determinar si existe verdaderamente una diferencia entre las concentraciones de calcio y magnesio entre las zonas de acumulación de sedimentos y aquellas otras donde se mantiene el suelo original de la orilla del arroyo?

2.2.2. Saberes a profundizar

El rol de la Química Analítica en la resolución de problemas sociales; conceptos de muestra, analito, método analítico, técnica analítica; importancia de un buen muestreo y el concepto de representatividad; estrategias de muestreo específicas para suelos y sedimentos; conceptos relacionados a reacciones de equilibrio; equilibrios de formación de complejos; equilibrios ácido-base y soluciones reguladoras; valoraciones por formación de complejos; concepto de patrón primario y patrón secundario; conceptos de media aritmética como medida de tendencia central de datos y de desviación estándar como medida de dispersión; conceptos de propagación de errores, test t para comparación de dos medias con varianzas iguales o diferentes.

2.2.3. Actividades propuestas

Se trabajará en grupos de dos o tres estudiantes, según el número de personas:

1- Búsqueda de información relacionada con el problema planteado (tarea en casa): Se orientará a la búsqueda sobre técnicas de muestreo de suelos y sedimentos, técnicas analíticas clásicas para determinar calcio y magnesio en muestras de suelo (valoración complexométrica), toma, tratamiento y conservación de la muestra, reactivos necesarios, consideraciones de seguridad de los reactivos a utilizar. (tarea docente: orientación en la búsqueda).

2- Discusión de los resultados de la búsqueda de información (tarea en clase). Ser realizará la puesta en común para todos los grupos acerca de lo investigado y la discusión de las estrategias más apropiadas. Se dará libertad a los estudiantes a proponer diferentes estrategias o a consensuar estrategias en común entre los diferentes grupos. Los temas a discutir incluirán: muestreo más adecuado, valoraciones complexométricas, importancia de las constantes de equilibrio de los complejos formados entre los metales y el EDTA y entre los metales y los indicadores, importancia del pH como condición operacional, concentraciones apropiadas de reactivos según el contenido supuesto de calcio y magnesio en las muestras. (tarea docente: moderar la discusión, promover el debate, aclarar dudas

ISBN 978-987-47159-9-9

sobre la pertinencia de las propuestas, clarificar, explicar y remarcar la importancia de algunos conceptos).

3- Toma de muestras (salida de campo): Se reunirán los elementos necesarios para el muestreo y se procederá a la toma de las muestras de suelos y sedimentos del dragado. (tarea docente: explicación y demostración de la manera correcta de llevar a cabo el muestreo y la conservación de las muestras para su transporte al laboratorio).

4- Acondicionamiento de la muestra y preparación de reactivos (tarea en el laboratorio): se realizará el cuarteo de las muestras de suelo y sedimento con el objeto de contar con un tamaño de muestra razonable. Se llevará a cabo la preparación de la muestra de suelo a fin de obtener un extracto del mismo. Se prepararán los reactivos necesarios para la titulación complexométrica, teniendo en cuenta las consideraciones de seguridad de los mismos (solución de EDTA patrón secundario a estandarizar, solución de calcio patrón primario a utilizar en la estandarización de EDTA, solución reguladora de pH 10,0, indicadores metalocrómicos negro de Eriocromo T (NET) y murexida). Se hará hincapié en el correcto etiquetado y almacenamiento de reactivos. (tarea docente: asistir a la preparación de muestras y reactivos).

5- Determinación de calcio y magnesio (tarea en el laboratorio): Se desarrollarán las titulaciones complexométricas para la determinación conjunta de calcio y magnesio utilizando NET como indicador y de calcio utilizando murexida, para luego determinar la concentración de magnesio por diferencia. Se solicitará llevar un registro de las operaciones realizadas. (tarea docente: demostrar el correcto uso de la bureta y su manipulación, asistir a los estudiantes en la realización de las valoraciones)

6- Tratamiento de datos (tarea en clase): Se realizarán los cálculos y obtención de resultados. Se utilizará la aplicación de hoja de cálculo como soporte. Se llevarán a cabo las correspondientes comparaciones estadísticas entre los resultados obtenidos para las muestras de suelo y de sedimentos del dragado (tarea docente: introducir los conceptos de media aritmética y varianza, introducir los conceptos de test de hipótesis, particularmente el test F de Fischer para comparación de varianzas y el test t para comparación de medias con varianzas iguales o distintas, explicar el uso de la hoja de cálculo).

7- Elaboración de informe (tarea en casa): se elaborará un informe simple, donde se vuelque todo el trabajo realizado y sus conclusiones personales acerca de los resultados obtenidos, con fecha límite de entrega. (tarea docente: brindar las pautas para la realización del informe, corrección y devolución de informe)

2.2.4. Capacidades que se espera desarrollar en cada actividad

En la TABLA I se detallan las capacidades que se espera que los estudiantes trabajen en cada una de las actividades propuestas.

TABLA I. *Capacidades a adquirir en las distintas actividades propuestas*

Actividad	*Capacidades (conocimientos, habilidades, destrezas)*
1- Búsqueda de información relacionada con el problema planteado	Habilidades relacionadas con la búsqueda de información en distintas fuentes (libros, internet, artículos científicos), sistematización de la información.
2- Discusión de los resultados de la búsqueda de información	Capacidades de expresión oral, uso de vocabulario específico, discusión respetuosa de las ideas de los otros, capacidad de argumentar y defender sus ideas.
3- Toma de muestras	Adquisición de saberes relacionados al muestreo de suelos, habilidad para el uso de herramientas para el muestreo de suelos.
4- Acondicionamiento de la muestra y preparación de reactivos	Conocimiento acerca del método de cuarteo y la preparación de extractos de suelos, habilidad para la preparación de disoluciones, conocimientos relativos a sustancias patrón primarias y secundarias, uso de material volumétrico y de balanzas adecuadas para cada una. Preparación de soluciones reguladoras. Organización de las tareas del laboratorio

ISBN 978-987-47159-9-9

Continuación **TABLA I.** *Capacidades a adquirir en las distintas actividades propuestas*	
Actividad	*Capacidades (conocimientos, habilidades, destrezas)*
5- Determinación de calcio y magnesio	Adquisición de destreza en la realización de titulaciones. Planificación del trabajo en el laboratorio. Registro de actividades de laboratorio
6- Tratamiento de datos	Conocimiento acerca de parámetros de tendencia central y de dispersión, aplicación de pruebas de hipótesis para la varianza y para la media. Expresión correcta de los resultados analíticos
7- Elaboración de informe	Habilidad de comunicación escrita. Capacidad para elaboración de conclusiones. Responsabilidad a la hora de cumplir con los plazos establecidos

2.3. Instrumento de relevamiento

A fin de evaluar la propuesta, se implementó una encuesta a los estudiantes, para que comentaran acerca de su experiencia en la asignatura: Las preguntas fueron las siguientes:

1- En relación a la dinámica de realización de trabajos prácticos, ¿En las materias que cursaste anteriormente y que tenían desarrollo de actividades de laboratorio, contabas con una guía, indicando detalladamente la técnica práctica para el desarrollo de dicha actividad? Si/No
2- De acuerdo a tu experiencia y criterio, la modalidad implementada en el desarrollo de esta asignatura: a) Es útil, b) No me parece útil, c) No encuentro diferencias con respecto a otras modalidades de trabajo
3- Enumerá ventajas y desventajas de la modalidad de trabajo: Respuesta libre
4- ¿Qué cambios sugerís para enriquecer el cursado de esta asignatura? Respuesta libre

3. RESULTADOS

La implementación de esta modalidad de trabajo se aplicó por primera vez en 2023 y se continuó en 2024. En total, en los dos años han cursado la asignatura 25 estudiantes. La experiencia, desde el punto de vista de los docentes, ha sido favorable, con porcentajes de aprobación superiores al 80%. El plantel docente estuvo conformado por profesor, jefe de trabajos prácticos y ayudante graduado, que se encontraron simultáneamente presentes en todas las clases. Como resultado de la evaluación continua de los estudiantes se advirtió una mayor independencia en el trabajo, facilidad para realizar cálculos complejos de preparaciones de muestras y reactivos, utilización acertada de conceptos teóricos y con léxico apropiado en las intervenciones tanto orales como escritas.

El relevamiento producto de la encuesta arrojó los siguientes resultados: para la primera pregunta, el 100 % respondió que había cursado asignaturas previas con actividad de laboratorio utilizando una guía de trabajos prácticos con protocolos de actuación detallados. Respecto a la segunda pregunta, relacionada con la utilidad de la modalidad utilizada, el 91,7% respondió que le resultó útil, mientras que el 8,3% restante contestó que no encontró diferencias con otras modalidades de trabajo.

En cuanto a las respuestas brindadas a la tercera pregunta, las respuestas se pueden resumir en las siguiente ventajas: “siempre es bueno ver y dar una charla antes de comenzar la práctica para mejorar y organizar las cosas”, “ayuda a los alumnos a manejarse por sí solos en el laboratorio y en la búsqueda de información”, “En un futuro si aplico para una empresa es muy posible que me evalúen como me desarrollo yo misma en el laboratorio y esto me ayuda a prepararme”, “esta modalidad ayuda a que investigues y lleguemos al laboratorio sabiendo lo que vamos a hacer, sabiendo que cosas vamos a utilizar y con qué objetivos”, “nos prepara para los trabajos que realizaremos en toda nuestra carrera”, “llego a entender mejor lo que hacemos y aprendemos a pensar solos”, “nos ayuda a desarrollar un criterio propio, una independencia y sentido de la responsabilidad mucho mayor a la hora de trabajar en el laboratorio”, “La dinámica de trabajo aplicada es útil para aprender a desarrollar criterios que van a ser de utilidad para mi vida profesional del futuro”, “Me parece útil para poder aprender a investigar correctamente las actividades a desarrollar en el laboratorio ya que el día de mañana no nos van a indicar detalladamente lo que debemos hacer sino que tenemos q elegir nosotros la mejor opción”. Entre las desventajas relevadas podemos citar: “lleva más tiempo y pueden haber cosas que no

ISBN 978-987-47159-9-9

quedan del todo claro" y "es posible que algunas veces sea necesario que desde la cátedra proporcionen un poco más de información de cara a que podamos investigar y preparar el laboratorio".

Respecto a los cambios sugeridos, se pueden citar los siguientes: "me gustaría contar con un poco más de tiempo para revisar las actividades con comodidad", "realizar las puestas en común en clases previas a los trabajos de laboratorio", "sería útil subir antes del laboratorio una breve indicación sobre la información a buscar", "que todos los laboratorios tengan previamente una hoja con materiales disponibles", "explicación previa de cálculos de titulaciones, gravimetrías para el laboratorio". Se aprecia que la mayor parte de los cambios sugeridos surge de la costumbre de recibir la información.

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo posibilitó la organización de la asignatura de forma tal de integrar la teoría y la práctica en actividades propuestas en el marco de la futura vida profesional del Químico, más precisamente del Química Analítico. Según la evaluación de los estudiantes y los resultados de la encuesta, se aprecia que la implementación de esta modalidad fue beneficiosa para el aprendizaje significativo de los estudiantes y que ayudó al desarrollo capacidades que refuerzan fundamentalmente el saber ser, el saber hacer y el aprender a aprender característicos de profesionales competentes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional del Sur por la financiación de los proyectos PGI 24/Q123 y 24/Q099 en el marco de los cuales se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Álvarez, C (2012). ¿Qué sabemos de la relación entre la teoría y la práctica en la educación? *Revista iberoamericana de educación, 60*(2), 12. https://rieoei.org/RIE/article/vi ew/1326

Avolio, S., & Paley, S. (2023). Enfoque de formación basada en competencias: análisis de experiencias de formación docente en el nivel superior. *RAES-Revista Argentina de Educación Superior, 15*(27), 109-126.

Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo.* Editorial Trillas

Barbier, J. M. (1999). *Prácticas de formación: evaluación y análisis.* Ediciones Novedades Educativas. Universidad de Buenos Aires.

Delors, J., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., ... & Nanzhao, Z. (1997). La educación encierra un tesoro: informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo Veintiuno. UNESCO.

Ganga, F., González, A., & Smith, C. (2018). Enfoque por competencias en la Educación Superior: algunos fundamentos teóricos y empíricos. O., Leyva, F., Ganga y A., Hernández (Eds.), México: *La formación por competencias en la educación superior: alcances y limitaciones desde referentes de México*, 45-64.

Mertens, L., & Ducci, M. A. (1996). *Competencia laboral: sistemas, surgimiento y modelos*. https://hdl.handle.net/11404/3627

Schön, D. (1998). El profesional reflexivo, como piensan los profesionales cuando actúan. Paidós.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1m7OhcQRGTuxpJ-pX0HCMdHvzSxYO9TIg/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.45

POTENCIANDO LA METODOLOGÍA DE LA CLASE INVERTIDA A TRAVÉS DEL USO DE MATERIAL AUDIOVISUAL, ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN PARA ESTUDIANTES DEL SIGLO XXI

Virginia Aldabalde*

Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdelaR), Montevideo, Uruguay
valdabal@fq.edu.uy

Margarita Brovetto*

Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdelaR), Montevideo, Uruguay
mbrovett@fq.edu.uy

Guillermo Bragunde

Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdelaR), Montevideo, Uruguay
gbragunde@fq.edu.uy

Ivana Núñez

Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdelaR), Montevideo, Uruguay
ivanu@fq.edu.yu

Mariana Pazos

Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdelaR), Montevideo, Uruguay
mpazos@fq.edu.uy

Alejandro Peixoto

Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdelaR), Montevideo, Uruguay
apeixoto@fq.edu.uy

Williams Porcal

Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdelaR), Montevideo, Uruguay
wporcal@fq.edu.uy

Resumen

La educación tradicional, donde el estudiante es un receptor pasivo, está siendo reemplazada por metodologías innovadoras que fomentan la participación activa del estudiante en su proceso de aprendizaje. La integración de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha facilitado el desarrollo de estas nuevas metodologías, como la clase invertida (flipped classroom), que permite a los estudiantes aprender a su propio ritmo mediante recursos audiovisuales y actividades interactivas. El objetivo principal de implementar esta metodología en un curso de grado Química Orgánica, fue mejorar la experiencia de aprendizaje en un contexto masivo. Se buscó hacer más activas las instancias presenciales y crear recursos

ISBN 978-987-47159-9-9

educativos colaborativos. Durante el año 2022, se compararon dos modalidades de enseñanza: la tradicional clase magistral y la clase invertida. Los estudiantes que participaron en la clase invertida mostraron un mejor desempeño en las evaluaciones, con un 89% de ellos exonerando el curso, en comparación con un 44% en la modalidad tradicional. Las encuestas realizadas a estudiantes y docentes reflejaron una buena aceptación de la nueva metodología, destacando la interacción y el acceso a recursos digitales como sus principales fortalezas.

Palabras clave: *clase invertida; recurso audiovisual; química orgánica; metodología activa; gamificación.*

1. INTRODUCCIÓN

El modelo de clase tradicional, donde el estudiante es un actor pasivo, está siendo sustituido por metodologías de enseñanza innovadoras que motiven al estudiante, siendo este participe de su formación. La implementación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el aula ha permitido el surgimiento de nuevas metodologías de enseñanza. Se ha registrado que es mucho más eficaz, para ayudar a incorporar nuevos conocimientos, presentar a los estudiantes el material a través de recursos audiovisuales y/o de gamificación.(Lasry, Mazur, and Watkins, 2008; Tharayil et al., 2018). La incorporación de estos recursos de enseñanza, implica diseñar actividades formativas que busquen la motivación por aprender, mejoren las habilidades de comunicación, el sentido de la responsabilidad y estimulen el análisis crítico en los estudiantes (Ruiz-Palmero, 2017).

Este aprendizaje activo está basado en un paradigma constructivista desde el que se busca generar espacios donde el estudiante pueda, por ejemplo, visualizar el recurso audiovisual más de una vez fuera del espacio presencial de clase, incorporar los conocimientos y evacuar dudas o generar cuestionamientos que luego lleve a la clase presencial.

En este marco surge la metodología de enseñanza conocida como clase invertida, introducida por Bergmann y Sams en 2007, la cual combina la enseñanza virtual y presencial, situando al estudiante como protagonista de su aprendizaje. Esta metodología se estructura en tres espacios: individual, grupal y post-grupal (Bergmann and Sams, 2011, 2012; Furse, 2013; Lage, Platt and Treglia, 2000; Teo et al., 2014).

En el espacio individual, los estudiantes acceden a materiales digitales y realizan actividades para preparar la clase. En el espacio grupal, se trabaja en aula con el docente como guía, fomentando la colaboración y el análisis crítico. Finalmente, el espacio post-grupal refuerza los conocimientos adquiridos mediante actividades en línea.

Esta metodología centrada en el estudiante y guiada por el docente, permite potenciar diversos aspectos del aprendizaje como son: la retención del conocimiento y las tareas cognitivas más complejas y ricas (según la taxonomía de Bloom) como ser analizar, evaluar, crear (Ravishankar, Epps and Ambikairajah, 2017). Atheron (2013) indica que “mientras más activo sea el papel del alumnado más retención de conocimiento se produce”.(Ruiz-palmero, 2017) Todo ello mediante experiencias interactivas que desafían al estudiante a pensar de manera creativa en el aula para conseguir un desarrollo cognitivo crítico.

2. MARCO TEÓRICO

La clase invertida es una de las alternativas más innovadoras en la actualidad para situar al estudiante, como protagonista de su aprendizaje. Esta metodología fue aplicada a la química por primera vez en el 2007 por profesores de Química en Colorado (EE. UU), quienes mostraron cómo es posible combinar lo mejor de la enseñanza virtual con lo mejor de la enseñanza presencial, sintonizando armónicamente ambas metodologías (Ruiz-Palmero, 2017).

Si bien hoy en día existen algunos reportes de esta metodología aplicada a cursos universitarios de química y en particular en cursos del área orgánica, tanto teóricos como experimentales, aun es incipiente su utilización en esta área del conocimiento.(Fernández-Labrada et al., 2021; Mooring, Mitchell, and Burrows 2016; Olaizola 2014) La misma presenta tres espacios diferentes de trabajo: un espacio individual, un espacio grupal y un espacio post-grupal.

ISBN 978-987-47159-9-9

El espacio individual es la base del espacio grupal y busca preparar al estudiante para aprovechar de la mejor manera posible la presencialidad. Implica 1) seleccionar o producir el material digital, 2) crear actividades que aseguren el visionado/lectura y permitan diagnosticar la comprensión del material digital y 3) distribuir el material digital. Aquí el docente cumple un rol central, actuando como productor de contenidos digitales educativos, distribuidor de esos mismos materiales y evaluador del aprendizaje de los estudiantes.

El espacio grupal es importante en esta propuesta educativa, se da en forma presencial y tiene a los estudiantes como protagonistas de su propio proceso de aprendizaje. El docente, por su parte, asume un papel de guía en dicho proceso. Implica: 1) una introducción por parte del docente de los contenidos que los estudiantes han trabajado con el material digital y que seguirán trabajando en el aula, 2) actividad en el aula, etapa central de la clase invertida. Luego de haber trabajado con el material digital, los estudiantes profundizan la comprensión de los contenidos a través de actividades en el aula basadas en un aprendizaje activo y colaborativo, en donde se potencia además la corrección entre pares y la retroalimentación permanente entre los estudiantes, y con el docente y; finalmente 3) cierre, implica la puesta en común de la actividad realizada y el anuncio de la actividad post-grupal.

El espacio post-grupal busca afianzar los conocimientos adquiridos mediante actividades on line, así como presentar problemas más desafiantes y complejos respecto a los iniciales propuestos en el espacio individual.

Esta metodología, y el desarrollo de sus tres espacios cognitivos, se aplicaron a un curso teórico de Química Orgánica, unidad curricular común a carreras de grado de nivel terciario.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Implementar y desarrollar la metodología de clase invertida en un curso obligatorio y masivo, buscando a través de esta modalidad innovadora situar al estudiante como protagonista de su aprendizaje.

3.2 Objetivos específicos

a) Hacer más eficiente a nivel del aprendizaje las instancias presenciales del curso de Química Orgánica, como forma de subsanar las problemáticas derivadas de la masividad y los teóricos magistrales expositivos, características que dificultan un aprendizaje personalizado en el que se busca potenciar y facilitar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos.
b) Crear de forma colaborativa recursos educativos múltiples (audiovisuales, multimediales, otros) que enriquezcan las plataformas virtuales de aprendizaje del curso.
c) Evaluar la metodología de clase invertida aplicada a un curso de Química Orgánica, básico, teórico y troncal, común a diferentes carreras de nivel terciario; con el propósito de incorporar dicha metodología de forma permanente en el curso.

4. METODOLOGÍA

La nueva propuesta de curso contó con una difusión dirigida a estudiantes, la cual se llevó a cabo a través de afiches y de la plataforma Moodle, aula virtual del curso (FIGURA 1). En ella se dio a conocer la dinámica de la modalidad, así como las pautas de trabajo, las diferencias entre la modalidad tradicional (libre) y la modalidad clase invertida (reglamentada), los objetivos de esta nueva propuesta, y las diferentes etapas de cada instancia en la modalidad de enseñanza “clase invertida”, así como la participación que se esperaba de parte de los estudiantes en cada una de las instancias propuestas por el equipo docente.

Durante el año 2022 el curso contó con una matrícula de 264 inscriptos, de los cuales 50 % cursaron la modalidad tradicional y el otro 50% cursó la nueva modalidad de clase invertida. Los estudiantes que cursaron esta nueva modalidad fueron distribuidos en 4 grupos de entre 30 a 35 estudiantes.

ISBN 978-987-47159-9-9



FIGURA 1*: Afiche de difusión de la nueva modalidad de enseñanza publicado a través de la plataforma Moodle en las dos modalidades de enseñanza del curso*

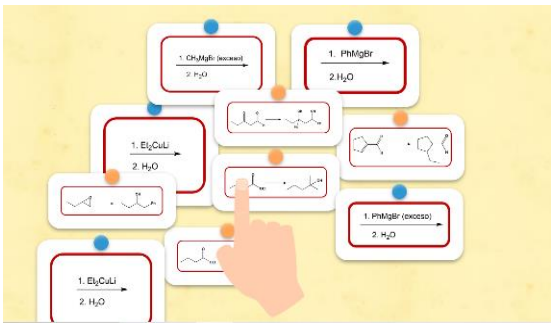
El desarrollo de la nueva modalidad de enseñanza implicó la elaboración de dos tipos de recursos digitales. Por un lado, videos tipo presentaciones de PowerPoint (PPT) con audio, con el contenido teórico correspondientes a cada uno de los temas del curso y, por otro lado, ejercicios en plataformas en línea para cada uno de los temas. Ambos recursos digitales se encontraban disponibles para el estudiante a través de la plataforma Moodle y/o a través de plataforma de videos YouTube.

La dinámica del curso tuvo las tres instancias propias de la modalidad clase invertida, el espacio individual *antes de asistir a clase*, el espacio grupal *en clase* y el espacio post-grupal *luego de la clase*.

En el *espacio individual* previo a la clase el estudiante contaba con el o los videos con el contenido teórico del tema a trabajar en clase y ejercicios en plataformas en línea que completaban el puzle didáctico previo a la instancia de clase (FIGURA 2).



a. Video de YouTube para el tema Organometálicos



b. Ejercicio interactivo en la plataforma Learning app

FIGURA 2: *Recursos de enseñanza para espacio individual.*

Para el *espacio grupal* en clase el equipo docente seleccionó una serie de ejercicios de mayor complejidad a realizar en grupos de entre 5 a 8 estudiantes. La dinámica propuesta implicó la resolución grupal de los ejercicios y la puesta en comun (en pizarrón), por parte de los estudiantes de los ejercicios En este espacio grupal el docente actuó como guía en la resolución y comprensión de los ejrecicios propuestos, así como también en la presentación de los ejercicios resueltos presentados por cada uno de los grupos.

Por último, en el *espacio post-grupal*, individual o grupal, los estudiantes tenían como tarea la elaboración propia de un ejercicio similar a los propuestos por el grupo docente en las plataformas en linea utilizadas. La entrega de este ejercicio fue evaluada y calificada por el equipo docente y por este trabajo cada estudiante recibió una calificación extra.

ISBN 978-987-47159-9-9

5. RESULTADOS

En el marco de la evaluación curricular del curso, ambas modalidades de enseñanza contaron con la misma instancia de evaluación, dos pruebas parciales sumativas de 30 puntos cada una. Los resultados obtenidos por los estudiantes en cada modalidad mostraron diferencias significativas. Teniendo presente el sistema de aprobación y exoneración del curso, el cual implica: a)que para exonerar el curso la nota total entre ambos parciales debía ser mayor o igual a 31, b) que para aprobar el curso el puntaje debía estar entre 18 y 30 puntos, y c) que con un puntaje menor a 18 el estudiante se iba a examen; la evaluación de los resultados demostró un mejor desempeño de los estudiantes que cursaron la nueva modalidad en comparación con los que cursaron la modalidad tradicional (FIGURA 3).

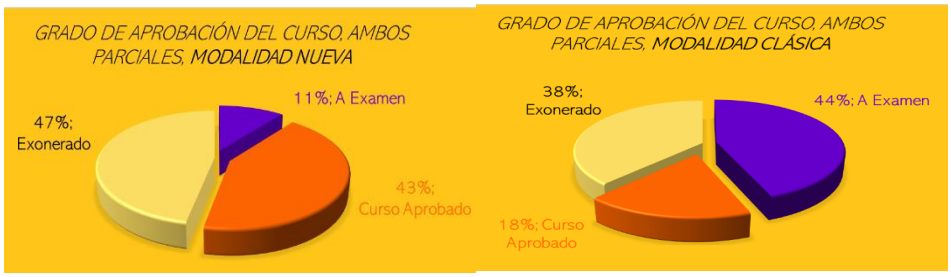


FIGURA 3: *Resultados obtenidos por ambos grupos de estudiantes (Modalidad Nueva y Modalidad Clásica o Tradicional) luego de las instancias de evaluación.*

Por otro lado, al evaluar los resultados en el grupo de estudiantes de la nueva modalidad, sumando el puntaje de las calificaciones extras obtenidas en la elaboración de ejercicios (espacio post-grupal), los resultados mostraron un aumento sustancial en la exoneración del curso, llegando a un porcentaje del 89 % (FIGURA 4).

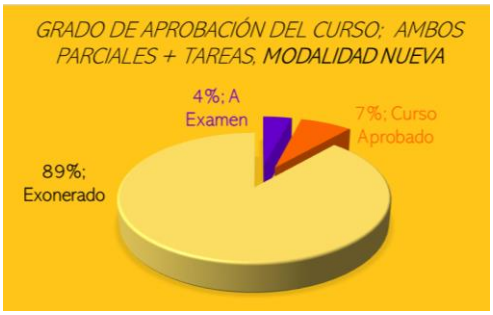


FIGURA 4: *Resultados obtenidos por el grupo de estudiantes de la nueva modalidad entre parciales y calificación de tareas elaboradas en el espacio post-grupal.*

Los resultados obtenidos en las instancias de evaluación muestran que los estudiantes que cursaron la nueva modalidad obtuvieron mejores resultados, teniendo casi un 50 % de estudiantes que exoneran el curso, y sólo un 11 % que se va a examen en comparación con la modalidad tradicional donde un 44 % de los estudiantes se van a examen. Al sumar las tareas del espacio post-grupal el porcentaje de estudiantes que van a examen en la nueva modalidad pasa de 11 % a 4 %. Estos resultados demuestran un mejor desempeño de este grupo de estudiantes, el cual puede relacionarse con el aprendizaje activo que se genera en el aula.

La metodología también fue evaluada mediante encuestas a estudiantes y docentes, las cuales buscaron conocer el grado de receptividad de la nueva propuesta, su aceptación e interés como nueva forma de dictado del curso en futuros años lectivos, así como mejoras en la aplicación de la metodología. A los estudiantes se les consultó sobre el uso de los recursos digitales utilizados, y sobre el trabajo en grupo y su interacción entre docente-estudiante y estudiante- estudiante. Los resultados obtenidos se muestran a continuación (FIGURA 5).

ISBN 978-987-47159-9-9

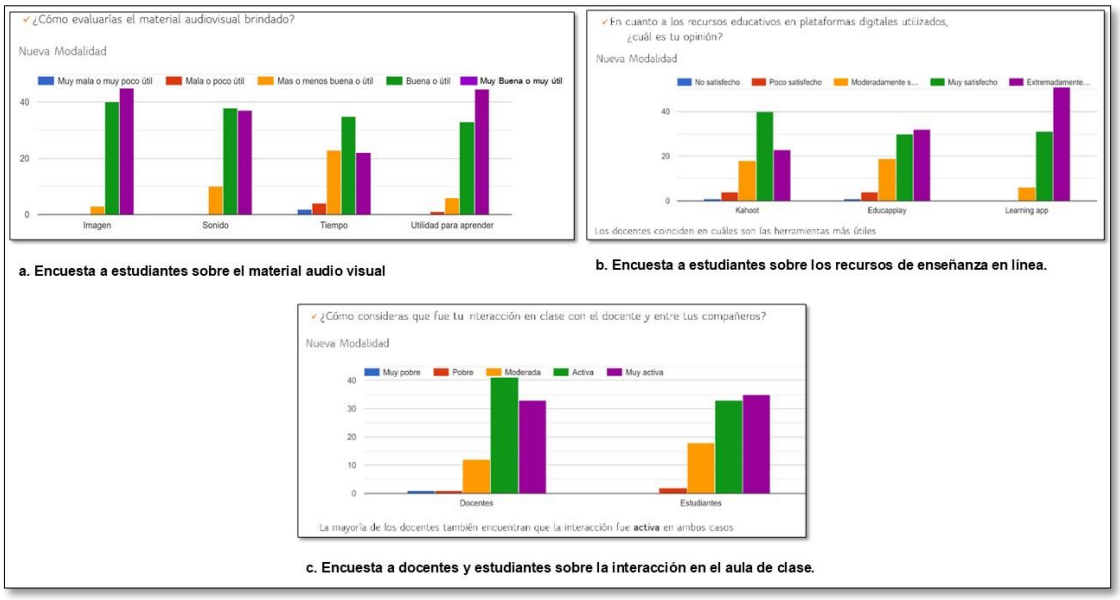


FIGURA 5: *Encuestas realizadas a docentes y estudiantes.*

Por último, mediante la encuesta a ambos grupos de estudiantes se recogieron comentarios sobre cada una de las modalidades de enseñanza (FIGURA 6).

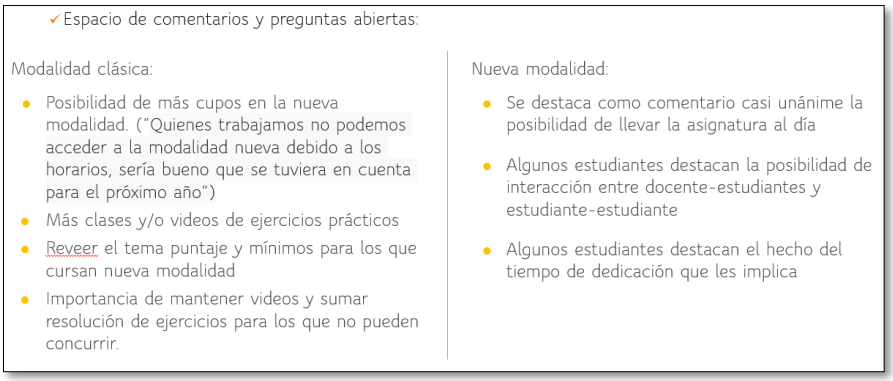


FIGURA 6: *Comentarios de estudiantes en ambas metodologías de enseñanza.*

6. CONCLUSIONES

De la evaluación del curso se logran identificar las fortalezas y debilidades de la nueva metodología de enseñanza frente a la metodología tradicional.

Fortalezas de la nueva metodología: a) la posibilidad de llevar la asignatura al día por parte de los estudiantes, b) la posibilidad de interacción entre docente-estudiantes y estudiante-estudiante, c) la posibilidad a través de los ejercicios interactivos en línea de reforzar conocimientos y preparar las instancias de evaluación, d) el espacio post-grupal, con tareas obligatorias como forma de afianzar, luego de la clase presencial, los conocimientos vistos, e) un aumento de los estudiantes que exoneran o aprueban el curso respecto a la modalidad tradicional.

Debilidades y posibles cambios en próximas instancias del curso: a) modificar el puntaje extra de las tareas solicitadas, así como rever los mínimos para cada uno de los parciales. Esto impediría aquellos casos de exoneración de la materia solo mediante la presentación al primer parcial y b) agregar cupos en la nueva modalidad, permitiendo que todo aquel estudiante que desee pueda cursas mediante esta metodología de enseñanza.

En conclusión, la implementación de la clase invertida en el curso de Química Orgánica ha demostrado ser positiva en varios aspectos, promoviendo principalmente un aprendizaje activo y mejorando los resultados académicos de los estudiantes. Los resultados de este estudio posicionan entonces a esta metodología de enseñanza como una alternativa a la metodología tradicional de clase magistral para los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bergmann, J., & Sams, A. (2011). Flipped Your Classroom. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, *44*(8).

Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: reach every student in every class every day.* https://www.rcboe.org/cms/lib/GA01903614/Centricity/Domain/15451/Flip_Your_Classroom.pdf.

Fernández-Labrada, M. A., Rodríguez-Heredia, D., Pérez Matos, R., García Ulacia, I., & Salas Tort, D. (2021). Laboratorios invertidos: alternativa para el aprendizaje de Química Orgánica y Biológica. *Tecnología Química*, *41*(2), 385-400. http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v41n2/2224-6185-rtq-41-02-385.pdf

Furse, C. (2013). A Busy Professor's Guide to Sanely Flipping Your Classroom. *IEEE Antennas and Propagation Society, AP-S International Symposium (Digest):* 2171–72.

Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *The Journal of Economic Education*, *31*(1), 30–43. https://doi.org/10.1080/00220480009596759

Nathaniel, L., Mazur, E. and Watkins, J. (2008). Peer Instruction: From Harvard to the Two-Year College. *American Journal of Physics 76*(11): 1066–69. https://doi.org/10.1119/1.2978182

Reid Mooring, S., Mitchell, C. & Burrows, N. (2016). Evaluation of a Flipped, Large-Enrollment Organic Chemistry Course on Student Attitude and Achievement. *Journal of Chemical Education 93*(12): 1972–83. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.6b0 0367

Olaizola, A. (2014). La Clase Invertida: Usar Las TIC Para Dar La Vuelta a La Clase. *Actas X Jornadas de Material Didáctico y Experiencias Innovadoras en Educación Superior,* Universidad de Buenos Aires: 1–10. https://www.academia.edu/8350587/La_clase_invertida_usar_las_TIC_para_dar_vuelta_la_clase_.

Ravishankar, J., Epps, J., & Ambikairajah, E. (2017). A flipped mode teaching approach for large and advanced electrical engineering courses. *European Journal of Engineering Education*, *43*(3), 413–426. https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1383974

Sánchez Rodríguez, J., Ruiz Palmero, J., & Sánchez Vega, E. (2017). Flipped classroom. Claves para su puesta en práctica. *Edmetic, 6*(2), 336-358. doi: https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i2.5832

Teo, Tang Wee et al. (2014). How Flip Teaching Supports Undergraduate Chemistry Laboratory Learning. *Chemistry Education Research and Practice 15*(4): 550–67. http://dx.doi.org/ 10.1039/C4RP00003J .

Tharayil, S., Borrego, M., Prince, M., Nguyen, K. A., Shekhar, P., Finelli, C. J., & Waters, C. (2018). Strategies to mitigate student resistance to active learning. *International journal of STEM education*, *5*, 1-16. https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/ s40594-018-0102-y

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/19OWmA8e1HZHEeUBiXzDkkqXedLI7T9gu/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.46

INTEGRACIÓN DE SIMULADORES DE TOMA DE DECISIONES Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO APLICADA A UN ESTUDIO DE CASO

Ana Laura Rinaldi

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
alrinaldi@ffyb.uba.ar

María Celina Bonetto

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
celinatt@yahoo.com.ar

José Iván González Jorge

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
jigonzalez@docente.ffyb.uba.ar

Paula Cecilia Dabas

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
pdabas@ffyb.uba.ar

Romina Raquel Carballo

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
rocar@ffyb.uba.ar

Resumen

En este trabajo se discute la necesidad de proponer estrategias innovadoras y actuales en la enseñanza de la Química Analítica para la formación de farmacéuticos y bioquímicos. Se plantea un enfoque que trasciende la mera adquisición de habilidades prácticas y teóricas, para así generar aprendizajes dinámicos a partir de problemas reales. El desafío reside en situar al alumno en un rol protagónico a través del uso de plataformas de simulación de toma de decisiones, que finalmente se complementan con el desarrollo y la verificación de la propuesta en el laboratorio de Química Analítica. El trabajo práctico integrador presenta un estudio de caso "Ser o no ser: esa es la cuestión", que involucra el análisis cuali y cuantitativo de un lote de comprimidos cuyo principio activo es un antiácido, en dos módulos: el I se desarrolla en un entorno digital, y el II le permite al alumno la aplicación práctica de los conocimientos discutidos previamente en la simulación. La combinación de estrategias virtuales y metodologías de laboratorio analítico genera habilidades esenciales de abstracción y comprensión de escenarios complejos, manejo y selección de la información, transferencia de conocimientos, reconstrucción y reflexión de los recorridos realizados que mejoran sustancialmente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: *simuladores para toma de decisiones; enseñanza situada; evaluación formativa; competencias; Química Analítica.*

1. INTRODUCCIÓN

ISBN 978-987-47159-9-9

El ámbito de la enseñanza universitaria y, particularmente, la formación de farmacéuticos y bioquímicos suponen el enorme desafío de preparar a los alumnos, a lo largo de toda la carrera, para un escenario donde como profesionales la toma de decisiones será crucial en su desempeño y en la demostración de competencias. En particular, en la enseñanza de la Química Analítica, ciencia que estudia y aplica un conjunto de principios, leyes y técnicas para la determinación de la composición química de una muestra natural o artificial, el aprendizaje no puede limitarse a la adquisición de habilidades prácticas y metodológicas, sino que debe generar de manera dinámica nuevos saberes a partir de problemas no resueltos (Harris, 2007). Asimismo es fundamental el compromiso de aquel que interpreta la realidad en estudio, comprende y define correctamente el problema y elabora con fundamentos una respuesta acertada.

El tradicional modo de enseñanza basado en el dictado de contenidos teóricos, la resolución de problemas numéricos y las prácticas de laboratorio establecidas como la aplicación de metodologías y protocolos contribuyen a la enseñanza formal de la asignatura para su evaluación sumativa a través de los exámenes académicos. Sin embargo, desde hace ya varios años se han incorporado nuevas estrategias pedagógicas de evaluación para el aprendizaje, reconociéndolo como un proceso de interacción con situaciones reales y complejas en las cuales el alumno moviliza el conocimiento para interpretar ese contexto y actuar sobre él (Anijovich, 2017). El uso de simulaciones o plataformas de toma de decisiones ofrecen oportunidades dinámicas para este tipo de enseñanza.

Un ejemplo de esto ha sido USINA, una herramienta digital diseñada por la Universidad de Buenos Aires a través del CITEP basada en la resolución de estudios de caso y la toma de decisiones (Lion, 2016). Esta plataforma ha servido de inspiración para el desarrollo de entornos propios donde el docente, como experto en los contenidos que imparte, piensa un problema de enseñanza relevante en su disciplina que genere un árbol rico en ramificaciones y derivaciones, situando al alumno en un contexto que lo invita y convoca a asumir un rol en su resolución. Finalmente, se diseña la propuesta tecnológicamente, procurando no dar respuestas correctas o incorrectas, sino vías posibles de resolución que conllevarán a distintas consecuencias.

La estructura básica de una plataforma de simulación de toma de decisiones para el abordaje de un estudio de caso está constituida por: 1) un contexto: planteo del problema o situación contextualizada; 2) un escenario: en el cual se brinda la información acerca del rol que el alumno va a asumir dentro del problema; 3) un primer problema: en donde se presenta una situación inicial o tarea a resolver; 4) alternativas posibles de solución al primer problema planteado, 5) materiales e información: búsqueda de bibliografía, recursos, bases de datos, hipervínculos, videos; 6) toma de decisión entre las alternativas sugeridas y, si la propuesta didáctica lo permite se plantean nuevos problemas con sus posibles soluciones hasta alcanzar una o varias respuestas. Al finalizar el recorrido, además de la devolución docente que enriquece el proceso formativo del alumno, podrá presentarse una pantalla en la cual se muestre el "historial de decisiones" tomadas por el alumno a través de la simulación, luego de haber alcanzado uno de los posibles resultados.

Este tipo de “enseñanza situada” surge del enfoque constructivista y es definida como una propuesta pedagógica que se diseña para promover experiencias de aprendizajes auténticos o reales con el fin de desarrollar las competencias que supone su formación académica y profesional (Díaz Barriga, 2003). Sin dudas, esta estrategia reposiciona al docente en el proceso de andamiaje definido por Bruner que le permite al alumno ir más allá de los contenidos impartidos siendo un verdadero protagonista de su propio aprendizaje a través de estas decisiones (Bruner, 1997).

En este trabajo se discute el desarrollo de un estudio de caso “Ser o no ser: esa es la cuestión”, que involucra al análisis cuali y cuantitativo de un lote de comprimidos cuyo principio activo es un antiácido, abordado desde un entorno virtual en una primera instancia (módulo I), para finalmente aplicarlo en un trabajo práctico de integración en el laboratorio de Química Analítica (módulo II). La propuesta está pensada para ser planteada desde el inicio de la cursada de la asignatura Química Analítica en el primer cuatrimestre del año para alumnos del tercer año de las carreras de Farmacia y Bioquímica. Sin dudas el avance vertiginoso de las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) sobre todo en el contexto de la última pandemia ha cambiado la vinculación de docentes y alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y en algunos casos ha desbalanceado las virtudes de estas herramientas en perjuicio del desarrollo de las habilidades técnicas en el laboratorio analítico. No se trata de lo virtual o el uso de tecnologías informáticas versus las actividades prácticas sino más bien de su complemento. Es por ello que este trabajo integrador tiene como objetivo que el alumno

ISBN 978-987-47159-9-9

abarque en contextos virtuales y prácticos-manuales, los contenidos vinculados al proceso analítico, desde la definición del problema, la toma y tratamiento de muestra, el análisis cualitativo de cationes y aniones, la preparación de soluciones valorantes y soluciones amortiguadoras, la evaluación de condiciones experimentales para la factibilidad de una titulación, las búsquedas bibliografías e interpretación de monografías, las quelatovolumetrías para la cuantificación de analitos y el análisis e informe de los resultados. La propuesta se fortalece en la combinación del rol protagónico del alumno en la toma de decisiones, en un contexto real futuro, sostenidas por el marco teórico de la disciplina junto con la adquisición y desenvolvimiento de habilidades prácticas que requiere la formación de un químico analítico.

2. METODOLOGÍA Y GRADO DE AVANCE

Para las cohortes comprendidas entre los años 2009-2019 hemos implementado fundamentalmente metodologías clásicas de enseñanza teórico-prácticas no situadas y sin el empleo de TICs. En este contexto observamos que teniendo en cuenta la relación de contenidos, cantidad de alumnos y tiempos, solo el 10 % del alumnado había tenido la posibilidad de realizar un trabajo práctico de análisis cuali-cuantitativo (aplicado a una muestra de antiácido).

El diseño del estudio de caso “Ser o no ser: esa es la cuestión” en la plataforma de USINA, descripto en la introducción, fue llevado adelante y puesto en práctica durante los años 2020 y 2021 en el marco del ASPO consecuencia de la pandemia por COVID19, debido a la imperiosa necesidad de trabajar en plataformas virtuales durante esos años.

La FIGURA 1 muestra el esquema general de la secuencia de trabajo que corresponde a una plataforma para la toma de decisiones, mientras que la FIGURA 2 representa y aplica este esquema para el caso particular del análisis de un lote de comprimidos de antiácido desarrollado por el grupo de trabajo. Esta experiencia, en el contexto del trabajo integrador, constituye el módulo I, donde los alumnos realizan de manera individual su propio recorrido virtual.

El módulo I fue implementado con muy buena aceptación por parte de los alumnos durante los años 2020 y 2021 donde el 87 % de los alumnos completó la actividad en el entorno de USINA. Estos estudiantes pudieron situarse, pensar y discutir un problema analítico cuali-cuantitativo sobre un escenario real de su futuro profesional, situación que no se había logrado en los años previos. Lamentablemente en la actualidad, USINA del CITEP no se encuentra disponible, lo cual nos motivó como docentes al diseño de nuestra propia plataforma, QA_LAB, a fin de darle continuidad a la implementación de esta estrategia de aprendizaje. QA_LAB se encuentra en desarrollo en lenguaje de programación Javascript.

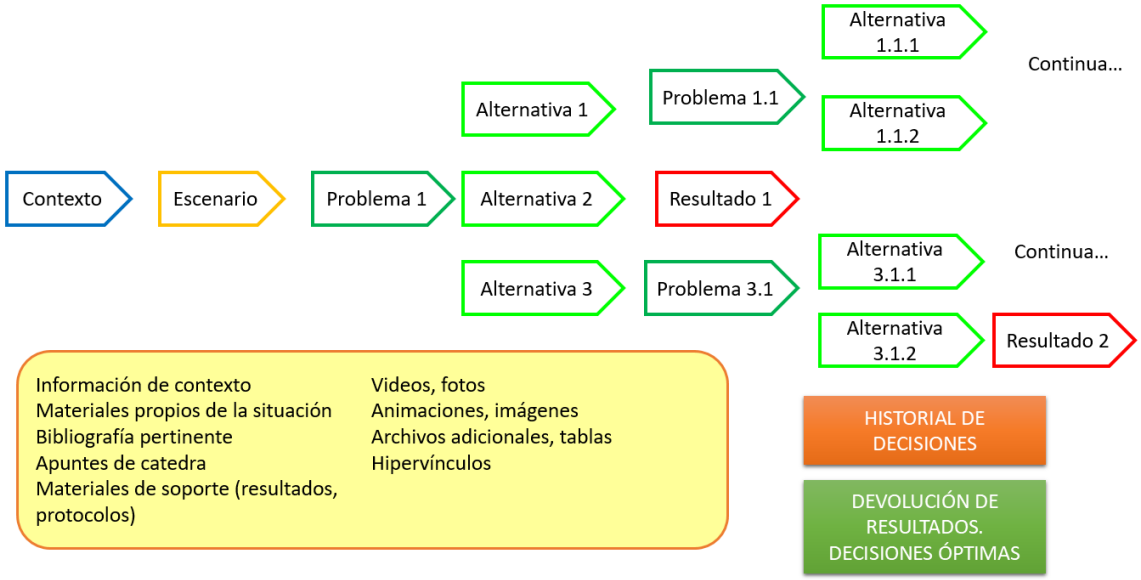


FIGURA 1. *Esquema de la construcción del árbol de decisiones de la plataforma virtual USINA (fuente: CITEP UBA).*

ISBN 978-987-47159-9-9

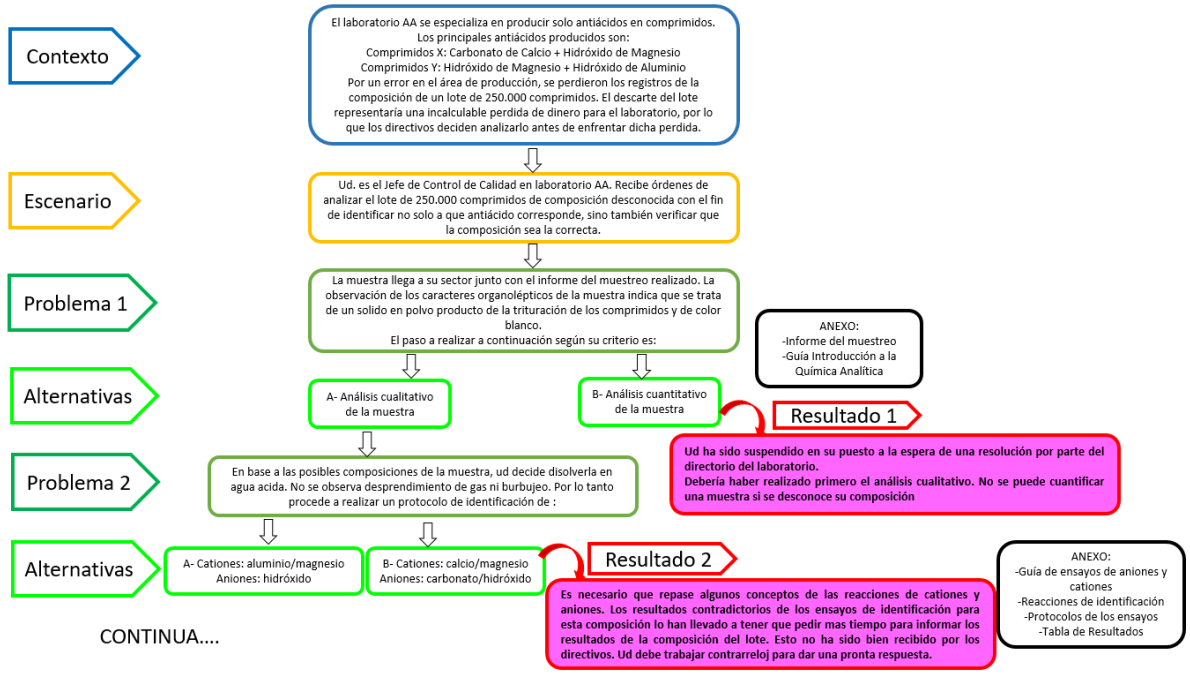


FIGURA 2. *Descripción del caso de estudio "Ser o no ser: esa es la cuestión" para el análisis de un lote de comprimidos de antiácido*

En la FIGURA 3 se describe el diseño de la currícula de la asignatura que acompaña con contenidos teórico-práctico los saberes necesarios para que en las últimas tres semanas se lleve adelante el módulo II. Este módulo involucra ciertos contenidos específicos de la materia, mencionados en la introducción, aplicados a una muestra problema. Si bien algunas de estas metodologías y técnicas formaban parte de las actividades de laboratorio de la cursada presencial de la materia no se encontraban aún vinculadas al estudio de un caso discutido en entornos virtuales. Por ello la necesidad de proponer un trabajo práctico de integración que refuerce el proceso de enseñanza-aprendizaje, como un desafío tanto del docente como del alumno, en un contexto lo más parecido posible a su futuro profesional. Esta estrategia, además, busca proporcionar seguridad y confianza al alumno en su desempeño en el laboratorio dado que se implementa luego de haber alcanzado durante el cuatrimestre, entrenamiento y destreza en metodologías analíticas junto con el recorrido realizado en el entorno virtual.

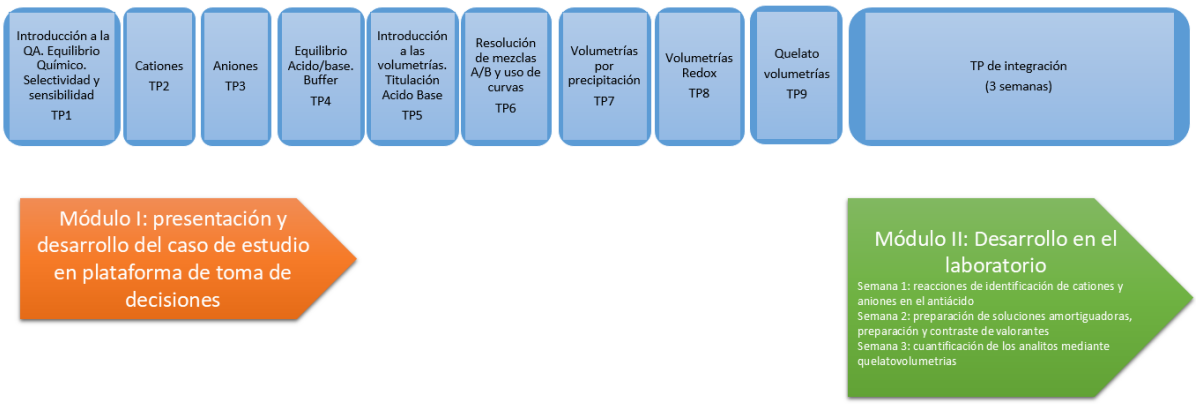


FIGURA 3. *Cronograma de actividades teóricas, de laboratorio y de entornos virtuales que incluye los módulos I y II discutidos en este trabajo.*

ISBN 978-987-47159-9-9

3. CONCLUSIONES

La inclusión eficiente de estrategias de plataformas de simulación de toma de decisiones para un estudio de caso ofrece nuevas oportunidades al alumno en su aprendizaje. En particular, la alta proporción de alumnos que tuvieron la posibilidad de realizar un trabajo cuali-cuantitativo mediante el uso de TIC nos sugiere que la combinación de metodologías de enseñanza tradicionales con entornos virtuales, como propuesta transversal discutida bajo la forma de módulos I y II, le permitiría a la mayoría de los estudiantes completar su formación en la disciplina.

Fundamentalmente, desarrollarían habilidades tales como la abstracción, la adquisición, el manejo y selección de información, la comprensión de sistemas complejos donde hay interrelación de las variables y los efectos que éstas producen, la experimentación a partir del planteo de hipótesis y su evaluación, la transferencia de conocimientos construidos aplicándolos en nuevos niveles de complejidad y finalmente, la metacognición reconstruyendo y reflexionando sobre los recorridos realizados y el aprendizaje a partir de esos errores. Sin dudas, estos logros contribuyen a la formación de futuros profesionales competentes con alta capacidad para la resolución de los problemas que se presenten en el campo de su actividad.

De esta manera, el trabajo práctico de integración propuesto reúne las fortalezas del andamiaje del docente en el diseño del caso y el compromiso y motivación del alumno en su propio recorrido del aprendizaje como herramienta cognitiva, acompañado por la buena aceptación por parte de las autoridades de la asignatura que habiliten su implementación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad de Buenos Aires y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica por la financiación del proyecto PICT 2021 GRFT1 00269 en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anijovich, R. (2017). La evaluación formativa en la enseñanza superior. *Voces de la educación, 2* (1), 31-38. https://www.revista.vocesdelaeducacion.com.mx/index.php/voces/article/view/32

Bruner, J. (1997). La educación, puerta de la cultura. Madrid: Ed. Visor.

Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 5* (2). http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html

Harris, D. (2007). Análisis químico cuantitativo. Barcelona: Ed. Reverté.

Lion, C., Soletic, A., Jacubovich, J. y Gladkoff, L. (2016). Las Tecnologías y la Enseñanza en la Educación Superior. El caso de USINA como Herramienta de Autor. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 4* (2). https://doi.org/10.15366/riee2011.4.2.006

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/18PJF_fZki33nIQtMPVYwSZGNiwuIG_Uk/view

ISBN 978-987-47159-9-9

LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN UNA ESCUELA SECUNDARIA DE GESTIÓN PRIVADA EN TIERRA DEL FUEGO - ARGENTINA

Daniel Baltasar Martínez

Colegio Don Bosco, Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento Académico, X5000HUA, Córdoba, Argentina.
danielbmartinez@gmail.com

Jesús Alberto Vila

Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento Académico, X5000HUA, Córdoba, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Investigaciones en Fisicoquímica de Córdoba (INFIQC), X5000HUA, Córdoba, Argentina
jesus.vila@unc.edu.ar

Resumen

Todo proceso educativo debe ser planificado, dejando claro los objetivos de aprendizaje a fin de elucidar el rumbo deseado. Se analizaron los trabajos prácticos, con sus correspondientes propuestas de actividades de los espacios curriculares de Química, para 4to y 5to del ciclo orientado en Ciencias Naturales. A su vez, se colectaron las rúbricas de cada uno de estos cursos, identificando los objetivos de aprendizaje perseguidos. Dicho estudio es abordado en la secundaria del Colegio Don Bosco (Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina). Este trabajo caracteriza y compara los tipos de conocimiento como también las dimensiones de los procesos cognitivos en las actividades. Posteriormente, se analizan los objetivos de aprendizaje y de enseñanza de la química para contraponerlos con las planificaciones y las actividades desarrolladas durante un año lectivo. El análisis, siguiendo la Taxonomía de Anderson & Krathwohl se desprende que los objetivos de aprendizaje tienden a la comprensión de conocimientos conceptuales mientras que la realidad áulica muestra un fuerte compromiso por aplicar procedimientos, corriendo el riesgo de que los modos de resolución puedan llegar a automatizarse y aplicarse mecánicamente sin una cabal comprensión de los mismos.

Palabras clave: *Química; tipos de conocimiento; dimensiones del proceso cognitivo; Taxonomía de Anderson & Krathwohl; escuela secundaria.*

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje nos lleva a recapitular instrumentos fundamentales y comunes. Por ejemplo, la Ley Nacional de Educación (Ley 26.206) enumera como objetivos: "(…) Brindar oportunidades equitativas a todos/as los/as niños/as para el aprendizaje de saberes significativos en los diversos campos del conocimiento, (...) y vincular a los diversos grupos de estudiantes con el mundo del trabajo, la producción, la ciencia". En particular, los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales presentan la exigencia de lograr aprendizajes significativos, y que además se vinculen con el mundo cotidiano del trabajo, la producción y la construcción del conocimiento científico. Esto exige una serie de transformaciones radicales, profundas e innovadoras en la forma de realizar los procesos que involucran la educación de los ciudadanos. En este sentido, la enseñanza tradicional, no vehiculiza de forma completa el objetivo del proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales. Desde hace un tiempo, se espera que las personas que ejercen el rol del profesor dejen de ser meros transmisores de conocimientos inmortalizados en el libro de texto, para asumir su función creadora de posibilidades de producción y construcción del conocimiento, donde cada estudiante sienta el placer y la satisfacción del descubrimiento, utilizando los mismos métodos o similares, que los utilizados por los científicos en su actividad profesional (Arteaga Valdés, y col 2016; Baque Reyes, 2021).

ISBN 978-987-47159-9-9

Al mismo tiempo, el análisis de procesos educativos requiere instrumentos comunes a todas las disciplinas, es decir, requiere un proceso planificado, lógico de pensar y abordar para el grupo clase destinatario. En particular, toda planificación educativa debe contar con objetivos de aprendizaje claros (España Bone y Vigueras Moreno 2021; Koper, 2006; García, y col. 2011) para el docente como para los estudiantes, que devienen en diversas propuestas de enseñanza y aprendizaje tales como técnicas, instrumentos y procedimientos para cada dimensión del proceso cognitivo y del conocimiento, que involucran en particular las Ciencias Naturales. Las propuestas para el espacio áulico presentan tanto los objetivos de aprendizaje como las actividades que de ellos se desprenden, pudiendo clasificarse de distintas formas para poder ser presentadas, analizadas, comparadas y facilitar la coherencia interna de las prácticas docentes realizadas, de modo que sean efectivas y significativas. Un marco de referencia sólido para esta clasificación es la "Taxonomía de Bloom Revisada" (Anderson y Krathwohl, 2001) que no es más que un intento de ordenar jerárquicamente los procesos cognitivos y los conocimientos puestos en juego en las prácticas pedagógicas (Gamboa Solano y col., 2023).

En el presente trabajo se analiza el abordaje de la asignatura química, para los cursos de ciclo orientado del Colegio Don Bosco de la localidad de Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. Éste es un colegio público de gestión privada. Particularmente, analizamos las prácticas de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química cuestionando: ¿Cómo se enseña química? ¿Se enseña de manera tradicional o de una forma moderna intentando explicar la realidad cotidiana? ¿Se apela a todas las dimensiones del proceso cognitivo y del conocimiento? ¿Se realizan actividades innovadoras o se apela a una mecánica de resolución?

2. OBJETIVO

Caracterizar y comparar los tipos de conocimiento y las dimensiones de los procesos cognitivos en las propuestas de actividades y los objetivos de aprendizaje en el marco de enseñanza de la química en una escuela secundaria de la capital fueguina.

3. METODOLOGÍA

Durante el ciclo lectivo 2023 se colectaron la totalidad de los trabajos prácticos, como también, las propuestas de actividades de la asignatura química para el 4to y 5to año del ciclo orientado en Ciencias Naturales. Además, se analizaron las rúbricas elaboradas por los docentes, identificando mediante estas los objetivos de aprendizaje propuestos. Se clasificaron cada una de las propuestas de actividades y de los objetivos de aprendizaje siguiendo la Taxonomía de Anderson & Krathwohl. Para elucidar la dimensión del conocimiento o del proceso cognitivo abordado por cada una de las propuestas de actividades, se tuvo en cuenta la naturaleza que presentan las preguntas o ejercicios planteados. Para realizar un abordaje más completo, se realizaron entrevistas al cuerpo docente, permitiendo en aquellas propuestas de actividades que presentaban una formulación ambigua o poco desarrollada, lograr una clasificación apropiada. Otros instrumentos de análisis fueron la observación de clases y las consultas personales a los mismos docentes.

4. RESULTADOS

4.1 Clasificación de las propuestas de actividades

En la FIGURA 1 y TABLA I se observan los resultados de la clasificación de las propuestas de actividades siguiendo la Taxonomía de Anderson & Krathwohl para el espacio curricular "Química" expresado en cifras totales y porcentuales. Cabe notar que no hay propuestas de actividades que apelen al conocimiento metacognitivo.

ISBN 978-987-47159-9-9

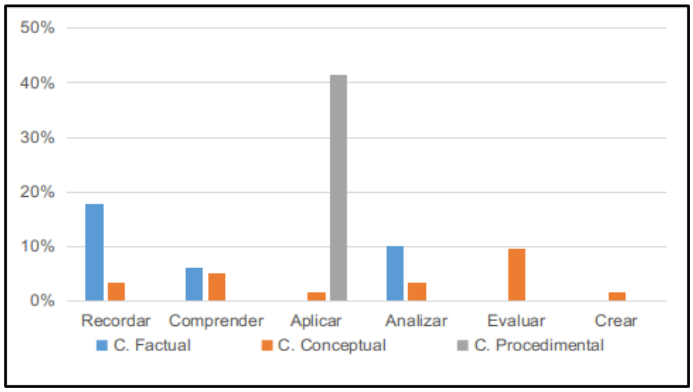


FIGURA 1. *Gráfico de barras de la clasificación de las propuestas de actividades siguiendo la Taxonomía de Anderson & Krathwohl expresado en porcentajes.*

TABLA I. *Clasificación de las propuestas de actividades siguiendo la Taxonomía de Anderson & Krathwohl para el espacio curricular "Química" expresado en cifras totales y porcentuales.*

Dimensión de proceso	*Recordar*	*Comprender*	*Aplicar*	*Analizar*	*Evaluar*	*Crear*	***Total***
Conocimiento Factual	96 (17,88 %)	33 (6,15 %)	0 (0 %)	54 (10,06 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	183 (34,08 %)
Conocimiento Conceptual	18 (3,35 %)	27 (5,03 %)	9 (1,68 %)	18 (3,35 %)	51 (9,5 %)	9 (1,68 %)	132 (24,58 %)
Conocimiento Procedimental	0 (0 %)	0 (0 %)	222 (41,34 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	222 (41,34 %)
Conocimiento Metacognitivo	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Total	114 (21,23 %)	60 (11,17 %)	231 (43,02 %)	72 (13,41 %)	51 (9,5 %)	9 (1,68 %)	537 (100 %)

A partir de los resultados mostrados en la FIGURA 1 se analizó la dimensión: Procesos cognitivos, resultando la dimensión "Aplicar" la más destacable con aproximadamente la mitad de los ejercicios propuestos (el 43,02 % de las propuestas). Además, el 96,10 % de estas (222 de las 231 propuestas de actividades) se encuentra clasificada dentro del Conocimiento Procedimental. Algunos ejemplos de estas propuestas de actividades son:

- "(...) Escriba la fórmula estructural del ácido 3-metilbutanoico (...)"
- "(...) Balancear las siguientes ecuaciones químicas: $P_2O_5 + H_2O \rightarrow H_3PO_4$ (...)"
- "(...) Calcular la electronegatividad de las siguientes moléculas: I_2; NaBr (...)"

Estas propuestas de actividades, en general, siguen la forma "resuelva del mismo modo que el ejercicio modelo" representando un proceso de aprendizaje del tipo receptivo, escapando a la necesidad de sacar conclusiones a fin de aplicarlo posteriormente en procesos constructivistas como los desarrollados en los procesos científicos. En la FIGURA 2 a se observa a modo de ejemplo, parte de los ejercicios de electronegatividad propuestos para quinto año, donde los grupos de estudiantes se deben limitar a repetir el procedimiento modelo.

ISBN 978-987-47159-9-9

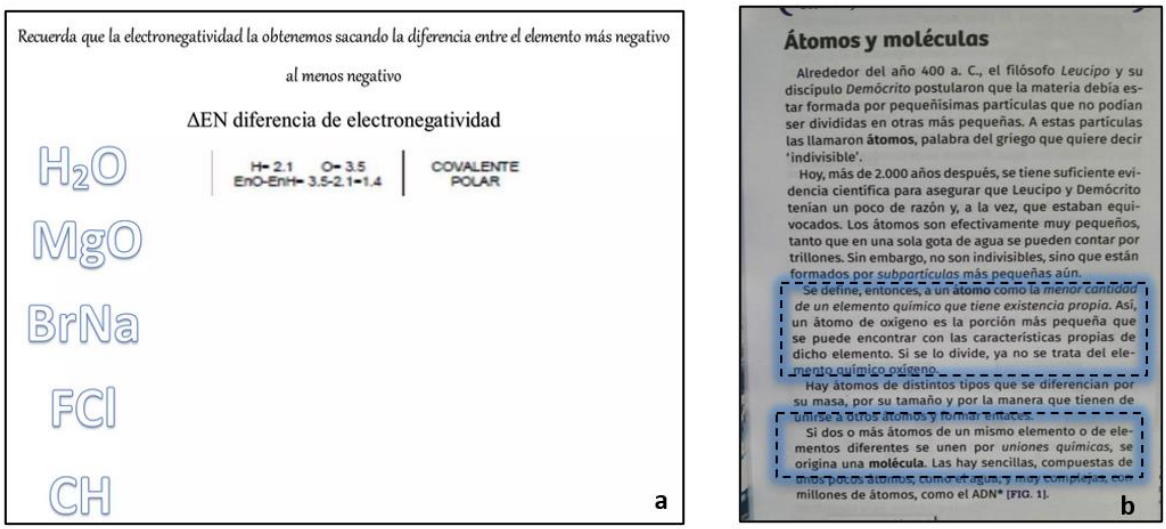


FIGURA 2. a. *Ejemplo de Ejercicios de electronegatividad propuestos para 5to año;* **b**. *Texto teórico base para la extracción de la información necesaria para contestar actividades.*

Continuando con las dimensiones más utilizadas, encontramos la denominada "Recordar", englobando un 21,23 % de las actividades sugeridas a los estudiantes. Además, el 84,21 %, es decir, 96 de las 114 propuestas de actividades analizadas, hacen referencia al Conocimiento Factual. Algunos ejemplos de estas propuestas de actividades son: busque en el texto y conteste: ¿Qué es un átomo? ¿Qué es una molécula? ¿Cuántos elementos tiene la tabla periódica? ¿Qué es un ácido? ¿Qué propiedades químicas tiene el agua?, entre otras. En la FIGURA 2 b. se observa el texto guía, del cual puede extraerse la información necesaria para contestar las dos primeras preguntas ejemplo, de forma directa.

Estos resultados claramente están alejados de la noción de aprendizaje significativo. Ausubel 1973 y 2002, describe a un aprendizaje con características de significativo, cuando, se logra relacionar los contenidos de modo no arbitrario y sustancial en el grupo clase. Para que esto ocurra, se requieren nuevas condiciones, pensando en *"la mente virtual"* de los grupos clases, buscando propuestas superadoras buscando situaciones problemáticas que relacionen aspectos existentes y específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del estudiante; Además, ser motivadora para que el estudiante se comprometa con su aprendizaje.

El análisis de la dimensión del conocimiento a la que más se recurre en los trabajos prácticos se corresponde con conocimientos procedimentales, la cual engloba el 41,34 % de las propuestas de actividades analizadas. Además, la totalidad de ellas se engloba en la dimensión del proceso cognitivo "aplicar". Un ejemplo claro es "aplique el conocimiento aprendido indicando la electronegatividad del bromuro de sodio", que forma parte de la FIGURA 2 y por ende de las actividades propuestas. Cabe notar que no se apela a recordar/comprender/analizar los conocimientos, sino a aplicar mecánicamente un procedimiento adquirido.

La segunda dimensión del conocimiento a la que más se recurre en los trabajos prácticos se corresponde a conocimientos factuales alcanzando el 34,08 % del total de actividades. El 52,45 %, es decir, 96 de las 183 propuestas de actividades están clasificadas en la dimensión del proceso cognitivo "recordar". Un ejemplo claro es "indique las valencias del azufre". Siendo otro factor desmotivante en los grupos clases, ya que, en la actividad profesional, estos datos son extraídos de bibliografía, a fin de dar explicaciones más complejas, por lo cual debemos replantear la manera de construir la enseñanza de Ciencias Naturales, en particular la Química.

Por último, la dimensión del conocimiento no utilizada en los trabajos prácticos es la metacognitiva. No se observaron propuestas de actividades de este tipo.

4.2 Clasificación de los objetivos de aprendizaje

En la TABLA II pueden observarse los resultados de la clasificación de los objetivos de aprendizaje siguiendo la Taxonomía de Anderson & Krathwohl para el espacio curricular "Química" expresado en cifras

ISBN 978-987-47159-9-9

totales y porcentuales. Cabe notar que no hay objetivos de aprendizaje que apelen al conocimiento metacognitivo.

TABLA II. *Clasificación de los objetivos de aprendizaje siguiendo la Taxonomía de Anderson & Krathwohl para el espacio curricular "Química" expresado en cifras totales y porcentuales.*

	Recordar	*Comprender*	*Aplicar*	*Analizar*	*Evaluar*	*Crear*	***Total***
Conocimiento Factual	0 (0 %)	3 (15 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (5 %)	0 (0 %)	4 (20 %)
Conocimiento Conceptual	0 (0 %)	4 (20 %)	4 (20 %)	1 (5 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	9 (45 %)
Conocimiento Procedimental	2 (10 %)	2 (10 %)	1 (5 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (10 %)	7 (35 %)
Conocimiento Metacognitivo	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Total	2 (10 %)	9 (45 %)	5 (25 %)	1 (5 %)	1 (5 %)	2 (10 %)	20 (100 %)

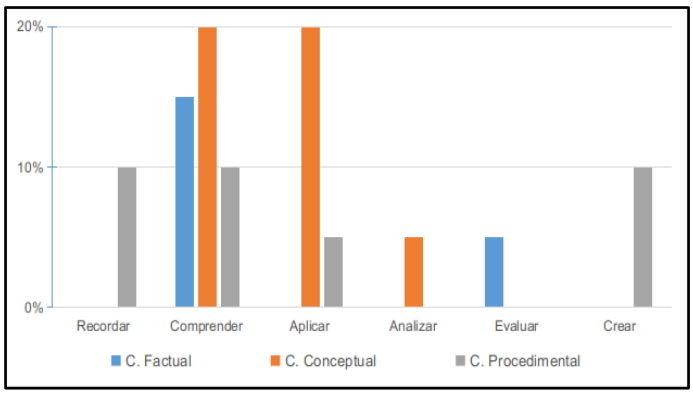


FIGURA 3. *Gráfico de barras de la clasificación de los objetivos de aprendizaje siguiendo la Taxonomía de Anderson & Krathwohl expresado en porcentuales.*

En la FIGURA 3 se muestra un gráfico de barras con los resultados de la clasificación de los objetivos de aprendizaje, siguiendo la Taxonomía de Anderson & Krathwohl, para el espacio curricular "Química". El análisis de los objetivos según la clasificación de dimensiones muestra que el 45 % de estos, se corresponde a la dimensión del proceso cognitivo "Comprender". De este total, el 44,44 % (4 de los 9 objetivos de aprendizajes planteados) se encuentran dentro de la clasificación de Conocimiento conceptual. Para comprender estos resultados, citamos algunos objetivos descriptos en las propuestas de actividades analizadas: *Facilitar las herramientas para el reconocimiento de cambios físicos; Proponer la comprensión de modos e importancia de la cocción de alimentos*. Estos, son acciones tangibles y alcanzables para los estudiantes, pero, se contradicen en gran medida con las herramientas brindadas o planteadas en las prácticas docentes, a fin de lograr representaciones sustanciales y sostenidas en el tiempo.

La segunda dimensión destacable es "Aplicar" (25 % de los objetivos de aprendizaje planteados). El 80 %, es decir, 4 de los 5 los objetivos de aprendizaje también hacen referencia al Conocimiento Conceptual. Son ejemplos de estas: *Alentar a la aplicación práctica de conocimientos teóricos acerca del almidón y las harinas en la industria de la panificación; generar situaciones didácticas para la adquisición de conocimientos teóricos y posterior aplicación práctica de procesos químicos subyacentes a la conserva de alimentos.*

Según la dimensión del tipo de conocimiento, encontramos que los objetivos de aprendizaje perseguidos se corresponden con conocimientos Conceptuales (45 %). La totalidad de ellos se distribuyen homogéneamente en la dimensión de los procesos cognitivos de "Comprender" y "Aplicar". El segundo tipo de objetivos representa un 35 % representando a la categoría de procedimentales y se las clasifica dentro de las

ISBN 978-987-47159-9-9

dimensiones de los procesos cognitivos “recordar”, “Comprender” y “Crear”. No se observan objetivos que alienten el conocimiento metacognitivo.

Por último, la FIGURA 4, contrapone los resultados de los objetivos de aprendizaje con las propuestas de actividades, para la asignatura Química. Se esperarían gráficos similares, ya que los objetivos de aprendizaje devienen en propuestas de aprendizaje con técnicas, instrumentos y procedimientos para cada dimensión del proceso cognitivo y del conocimiento de forma balanceada. Esta realidad, pareciera no ocurrir en la escuela analizada. Una explicación valida es el diseño de planificaciones con objetivos que responden a distintas dimensiones del proceso cognitivo, pero en la práctica, se logra una excesiva aplicación de conocimientos procedimentales, y una escasa apelación al proceso cognitivo de crear, como de los conocimientos metacognitivos.

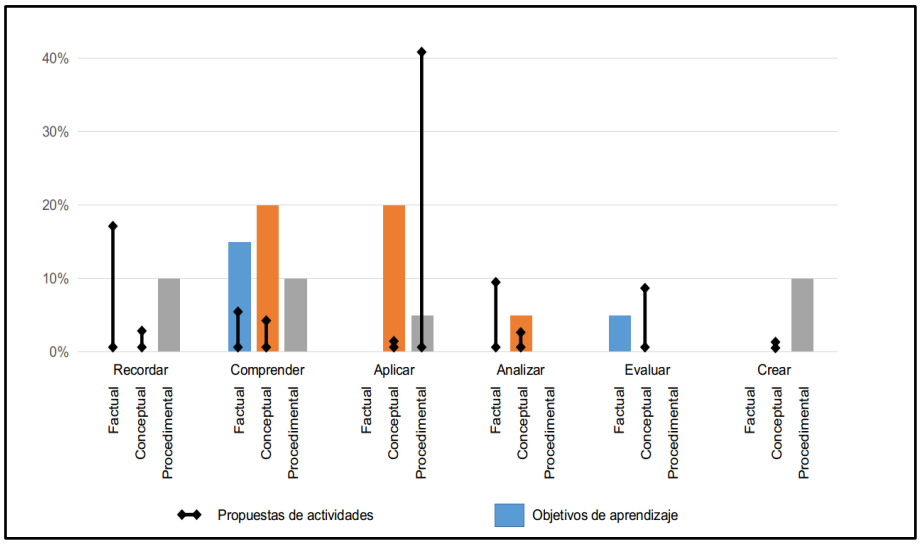


FIGURA 4. *Gráfico de superposición de la clasificación de los objetivos de aprendizaje (barras) y de las propuestas de actividades (líneas), siguiendo la Taxonomía de Anderson & Krathwohl y expresado en porcentuales*

5. CONCLUSIONES

En una primera instancia de análisis, podemos destacar, por un lado, que los grupos de estudiantes “saben decir” cosas sobre la realidad química a través de la verbalización de datos y/o teorías y, por otro lado, “saben hacer cosas” que afectan teórica o prácticamente a esas mismas realidades (o al menos resolver ejercicios en modo teórico). En la escuela analizada, encontramos que mientras se planifica el “qué” se ejercita el “cómo”, en una realidad disociada entre lo que se piensa y programa y lo que realmente sucede en el aula. Los objetivos tienden a que los estudiantes puedan comprender (y en menor medida aplicar) conocimientos conceptuales, cuando en la realidad áulica hay un fuerte compromiso por aplicar conocimientos procedimentales corriendo el riesgo de que los modos de resolución puedan llegar a automatizarse y aplicarse mecánicamente ante situaciones similares ya conocidas (saben hacer y lo hacen eficientemente el día del examen) pero no comprenden (o comprenden muy poco) los conceptos teóricos subyacentes. También sucede a la inversa: los grupos clases muchas veces tienen conocimientos conceptuales, como son las definiciones y datos históricos de la ciencia química, pero en muchos casos no son capaces de utilizarlos en el contexto de una tarea concreta.

De darse esta situación, será común escuchar la frase: “todos los ejercicios se resuelven del mismo modo” “hay que aprenderse de memoria la definición de…”. Aunque la solución de problemas no puede desvincularse de los contenidos conceptuales, en la práctica funcionan como contenidos procedimentales. Pozo y Postigio (1994) consideran que: *“(…) lo que convierte a la solución de problemas en un contenido eminentemente procedimental es que consisten en saber hacer algo, y no sólo en decirlo o comprenderlo. Es éste*

un rasgo que define a los contenidos procedimentales, por oposición a los tradicionales contenidos conceptuales (…)".

Otro rasgo que debemos destacar es las planificaciones analizadas, ya que, parecieran estar actualizadas, con objetivos de aprendizaje que responden a distintas dimensiones del proceso cognitivo y del conocimiento, pero, se ven truncadas por la impronta de docentes tradicionalista; Esto muchas veces, deja a los diferentes grupos clases sin posibilidades de realizar procesos de investigación real, creación, y sin espacios de reflexión sobre lo realizado, resultando en un aprendizaje no necesariamente significativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom' s Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.

Arteaga Valdés, E.; Armada Arteaga, L.; Del Sol Martínez, J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad, 8*(1), 169-176. http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n1/rus24116.pdf.

Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Ed. Trillas.

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Ed. Paidós.

Baque Reyes, G. R. (2021). El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza – aprendizaje. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional, 6* (5), 75-86. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7927035.pdf

España Bone, Y. I.; Vigueras Moreno, J. A. (2021). Curricular Planning in Innovation: An Essential Element in the Educational Process. Revista Cubana de Educación Superior, 40(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142021000100017&lng=es&tlng=en.

García, C. M.; Yot Domínguez, C.; Sánchez Moreno, M.; Murillo Estepa, P.; Mayor Ruiz, C. (2011). Diseñar el aprendizaje en la universidad: Identificación de patrones de actividades. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 15* (2), 181-198. https://www.redalyc.org/pdf/567/56719129013.pdf

Gamboa Solano, L.; Guevara, M.; Mena, A.; Umaña Mata, A. C. (2023). Taxonomía revisada de Bloom como apoyo para la redacción de resultados de aprendizaje y el alineamiento constructivo. *Revista Innovaciones Educativas, 25*(38), 140-155. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articu lo/8807021.pdf

Koper, R. (2006). Current research in learning design. *Journal of Educational Technology & Society*, *9*(1), 13-22. https://www.researchgate.net/publication/220374124 .

Ley de Educación Nacional, Nº 26.206, 2006. https://www.argentina.gob.ar/educacion/validez-titulos/glosario/ley26206

Pozo Municio, J. I.; Postigo Angón, Y. (1994). *La solución de problemas como contenido procedimental en la educación obligatoria.* Ed Santillana. Madrid España.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1St30R0PziDdMUo34YHI8JFKSab7zgGxV/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EVALUAR APRENDIZAJES EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA DEL NIVEL SUPERIOR: IMPLEMENTACIÓN DE RÚBRICAS COMO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN Y REFLEXIÓN

María del Milagro Said Adamo

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa), Salta, Argentina.
milagro.said@gmail.com

Resumen

Las prácticas de laboratorio en el Nivel Superior son una parte muy importante en numerosas asignaturas del área de Química. A menudo, estas prácticas se basan en modelos educativos orientados al desarrollo de competencias y no únicamente de conocimientos. Se evidencia la necesidad de implementar y probar nuevas estrategias que favorezcan la evaluación de estas propuestas. El presente trabajo se enmarca en la experiencia evaluativa de las prácticas de laboratorio de la asignatura Química Enológica I de la Tecnicatura Universitaria en Enología y Viticultura de la Universidad Nacional de Salta, Argentina, llevadas a cabo en el año 2023. El propósito fue evaluar el desempeño de los estudiantes en el laboratorio para validar los aprendizajes alcanzados utilizando como instrumento una rúbrica de evaluación que se acompañó con una retroalimentación grupal que promovió el análisis y la reflexión de todos los actores de la práctica educativa.

Palabras clave: *rúbrica de evaluación; evaluación de aprendizajes; práctica reflexiva; retroalimentación; prácticas de laboratorio.*

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación que hace el docente sobre el proceso de los estudiantes para alcanzar ciertos niveles de aprendizaje es central en la práctica educativa. Dependiendo del uso que se dé a los resultados, la evaluación puede clasificarse en dos enfoques: el sumativo, aquel que se limita a llegar a una conclusión sobre el sujeto evaluado, como la de promoverlo al grado superior o reprobarlo, asignarle una calificación u otra, o bien, el denominado formativo, si el resultado se utiliza para orientar tanto al alumno para que su aprendizaje mejore, como al docente para que reoriente su práctica educativa. Hoy se reconoce también que, si el docente adopta el enfoque formativo, el impacto de sus evaluaciones puede ser más positivo que con uno sumativo (Martinez-Rizo, 2013; Wainmaier y col., 2006).

Las prácticas de laboratorio son una parte muy importante en numerosas asignaturas del área de Química, como parte de la Educación Superior de futuros profesionales (Varillas, 2012). A menudo, estas prácticas se basan en modelos educativos orientados al desarrollo de competencias y no únicamente de conocimientos. Por norma general, la calificación de estas prácticas se ha basado en la entrega de un informe individual o grupal del trabajo realizado en el laboratorio. Pero este método hace difícil la evaluación de aprendizajes de destrezas y capacidades (Ramírez y col., 2010; Moreno-Oliva, 2019); y no se cuenta con instrumentos que, de alguna manera, faciliten esta práctica (Galvis-Alba y col. 2017). Una herramienta evaluativa más moderna para sustituir el tradicional informe de laboratorio, es la rúbrica (Gatica-Lara y Uribarren-Berrueta, 2013), siendo muy importante para la evaluación de las competencias específicas presentes y requeridas en el perfil profesional (Martínez y col. 2013).

Por otro lado, la rúbrica como instrumento de evaluación pierde valor cuando no se acompaña por una retroalimentación que contemple al menos algunos de los aspectos que distingue Anijovich (2010): afectivos y cognitivos, individuales y grupales, cantidad y calidad. La retroalimentación que se brinda asume en pocas ocasiones la función de orientar. Debería naturalizarse más el planteo de preguntas o la invitación a compartir reflexiones con los estudiantes en el ámbito académico. Un factor crítico es el tiempo disponible de los docentes para ofrecer retroalimentaciones sustantivas a todas las producciones de los alumnos. Según esta autora, al hablar de la retroalimentación habría que preguntarse sobre qué es lo que impacta “los conocimientos de los alumnos, sus procesos de aprendizaje, su autoestima, su motivación o sus acciones futuras”.

ISBN 978-987-47159-9-9

Tomando la perspectiva de Anijovich y Capelletti (2017, 2020) sobre el campo de la evaluación, la postura de la asignatura sobre la que se basa este trabajo, no trata solo de acreditar saberes de los estudiantes, sino también de promover la toma de conciencia de su propio proceso de aprendizaje y contribuir al desarrollo de su autonomía en el laboratorio de química. Cabe mencionar que esto será posible siempre que la evaluación de los aprendizajes sea consistente con el enfoque didáctico del espacio curricular y con los principios sobre los que se conFIGURAn las acciones educativas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Contextualización

El presente trabajo se enmarca en la experiencia evaluativa de las prácticas de laboratorio de la asignatura Química Enológica I de la Tecnicatura Universitaria en Enología y Viticultura de la Universidad Nacional de Salta, Argentina, llevadas a cabo en el año 2023. La carrera tiene una duración de 3 años y la asignatura mencionada está a cargo de una sola docente y pertenece al ciclo profesional. Dada su ubicación en el plan de estudios, el número de estudiantes por año no supera la cantidad de diez. En esta oportunidad, la experiencia se realizó con cinco alumnos.

La Química Enológica es una disciplina científica que se enfoca en el estudio de los procesos vitivinícolas implicados en las técnicas de control de mosto y vino, tanto en el proceso de fermentación como en el fraccionamiento, conservación y añejamiento; mediante la identificación y medición de sus componentes (contenido de azúcares, ácidos, alcoholes y algunos aditivos). Todos los procesos mencionados se basan en fenómenos físico-químicos a nivel inorgánico y orgánico, por lo que Química Enológica I, como asignatura, recurre permanentemente a los conocimientos previos incorporados en otros espacios curriculares con el propósito de propiciar la construcción de significados fácticos. Mediante clases teórico-prácticas y clases prácticas de laboratorio, se pretende ofrecer a los estudiantes oportunidades de aprendizaje para que desarrollen habilidades prácticas e intelectuales que promuevan su autonomía, pensamiento crítico en el laboratorio y la configuración del perfil del futuro técnico.

2.2. Propuesta evaluativa de las prácticas de laboratorio de Química

La propuesta evaluativa de las prácticas de laboratorio se constituyó como un examen parcial de la asignatura al final de la cursada. El propósito fue evaluar el desempeño de los estudiantes en el laboratorio para validar los aprendizajes alcanzados. Para ello, se evaluaron varios aspectos relacionados con la aplicación de técnicas, el manejo adecuado de reactivos e instrumentos, la organización y el cumplimiento de cada protocolo de trabajo. La evaluación estuvo guiada por una rúbrica basada en varios criterios (aplicación de técnicas de laboratorio, manejo adecuado de reactivos e instrumentos, organización y autonomía, cumplimiento de la técnica) con escalas de valoración (excelente, buena y baja) determinantes para la calificación numérica.

La FIGURA 1 muestra el instrumento de evaluación utilizado para la práctica de laboratorio de Química Enológica I.

El instrumento de evaluación estuvo disponible para los estudiantes con 24 horas de anticipación para que pudieran conocer y visualizar la estrategia de la docente al evaluarlos. La consigna fue la siguiente:

A cada estudiante se le asignará al azar una técnica de determinación química del vino y deberá llevarla a cabo de forma individual, describiendo de forma dialogada con la docente y el resto del grupo lo que va haciendo.

ISBN 978-987-47159-9-9

Apellido y nombre:
DNI o LU:
Fecha:

Segundo parcial de Enoquímica I
Práctica individual de laboratorio

El propósito del parcial es evaluar el desempeño de los estudiantes en el trabajo de laboratorio de la asignatura de Enoquímica I. Se evaluarán varios aspectos relacionados con la aplicación de técnicas de laboratorio, el manejo adecuado de reactivos e instrumentos, la organización y el cumplimiento de la técnica.
La evaluación estará guiada por la siguiente rúbrica cuya escala de valoración serán los niveles: Excelente, Bueno y Bajo.
Consigna: A cada estudiante se le asignará al azar una técnica de determinación química del vino y deberá llevarla a cabo, describiendo de forma dialogada con la docente lo que va haciendo.

Criterios de evaluación	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Bajo (<7)
Aplicación de técnicas de laboratorio	El estudiante demuestra un dominio completo de la técnica utilizada en el laboratorio, realizando los procedimientos de manera precisa y sin errores.	El estudiante aplica correctamente la mayoría de las técnicas utilizadas en el laboratorio, sin cometer errores graves.	El estudiante tiene dificultades para aplicar de manera adecuada las técnicas de laboratorio, cometiendo varios errores.
Manejo adecuado de reactivos e instrumentos	El estudiante maneja de manera adecuada los reactivos e instrumentos, siguiendo todas las precauciones necesarias y evitando cualquier tipo de accidente.	El estudiante demuestra un buen manejo de los reactivos e instrumentos en la mayoría de los casos, pero ocasionalmente puede cometer errores o descuidos.	El estudiante tiene dificultades para manejar de manera adecuada los reactivos e instrumentos, cometiendo errores frecuentes y poniendo en riesgo su propia seguridad y la de los demás.
Organización y autonomía	El estudiante mantiene una organización impecable y autónoma, registrando de manera clara y ordenada todo lo que va realizando.	El estudiante mantiene la organización y autonomía en la mayoría de los casos, pero ocasionalmente puede haber algunos errores o falta de orden.	El estudiante tiene dificultades para mantener la organización cometiendo errores debidos al desorden. No demuestra autonomía para desarrollar la técnica.
Cumplimiento de la técnica	El estudiante cumple de manera completa y oportuna todo el protocolo de la técnica, demostrando responsabilidad y compromiso.	El estudiante cumple en la mayoría de los casos con las actividades programadas, pero ocasionalmente puede haber retrasos o falta de cumplimiento en alguna actividad específica.	El estudiante tiene dificultades para cumplir con la programación de actividades, cometiendo retrasos frecuentes y mostrando falta de compromiso.

Calificación:

FIGURA 1. *Instrumento de evaluación utilizado para la práctica de laboratorio de Química Enológica I*

2.3. Procedimiento de la evaluación de aprendizajes en el laboratorio

El día pactado del examen de laboratorio, se dispusieron sobre la mesada, tarjetas boca abajo con cada una de las técnicas abordadas en la asignatura y el orden de exposición: determinación de azúcares reductores por método químico, determinación de etanol por destilación y densimetría, determinación de dióxido de azufre

por titulación, determinación de acidez total por titulación, determinación de metanol por método colorimétrico. Cada estudiante eligió una tarjeta y a partir de ese momento sólo podían acceder a sus propios "cuadernos de laboratorio"; los cuales fueron elaborando desde el inicio de la cursada con cada técnica estudiada. No podían dialogar entre ellos, ni con la docente.

Tuvieron unos minutos para equipar las mesadas según la técnica que le correspondiera a cada estudiante y tomar la muestra de vino a analizar. Una vez que estuvieron todos listos, se procedió a la siguiente etapa.

Cada alumno presentó la técnica de acuerdo al orden que se le había asignado y la demostró para todos (docente y compañeros) explicando cada paso sin interrupciones. Mientras tanto, la docente completaba la rúbrica de evaluación impresa.

Al finalizar, la docente propició una retroalimentación grupal sobre la experiencia individual de los estudiantes, tomando como referencia la rúbrica de evaluación.

3. RESULTADOS Y CONSIDERACIONES FINALES

Desde el punto de vista docente, la valoración de esta experiencia educativa fue muy positiva ya que la rúbrica facilitó enormemente la evaluación y calificación de cada alumno, sin perder el rigor que caracteriza los exámenes en la universidad. En esta oportunidad, aprobaron todos los estudiantes (con calificaciones de 7 a 10); sin embargo, si algún estudiante no hubiera alcanzado el mínimo para aprobar, lo hubiera comprendido antes que el docente, ya que el instrumento de evaluación fue muy claro y transparente. Desde el punto de vista del estudiante, la evaluación le permite reflexionar sobre la calidad de su propio aprendizaje (Sans Martín, 2008).

La impronta de la estrategia empleada fue sumamente enriquecedora, ya que los estudiantes se implicaron mucho más en las prácticas de laboratorio al saber que iban a ser evaluados *in situ* y valoraron su protagonismo en la evaluación. Supieron aprovechar esta instancia como una oportunidad de aprendizaje práctico y necesario en su formación, destacando sus fortalezas y reconociendo errores o debilidades que pueden enmendar o reforzar.

A su vez, la participación de los estudiantes como observadores fue interesante ya que durante la retroalimentación grupal también sumaron aportes con comentarios oportunos y respetuosos con sus pares. En línea con esto, Anijovich (2010) se pregunta si la retroalimentación debería ser individual o grupal, y comenta que, en caso de retroalimentación grupal, si el compromiso del grupo es bajo, posiblemente nadie se sienta dueño de la información que aporta el docente y ésta se perciba como ajena, pasando inadvertida para los alumnos. Pero si el compromiso y el conocimiento que tienen los alumnos de sus propias fortalezas y debilidades son mayores, entonces las devoluciones grupales enriquecerán el intercambio de ideas, estrategias y recursos. Esto se vio reflejado en esta experiencia. Como proyección futura, se podría materializar la evaluación entre pares, empleando un nuevo instrumento o estrategia.

Por último, para mejorar la robustez de los resultados que surgieron de esta experiencia "piloto", se pretende implementar nuevos dispositivos, como encuestas y cuestionarios, que proyecten esta línea de investigación educativa en los laboratorios de química del nivel superior.

Esta experiencia favoreció la reflexión sobre la evaluación como fuente de información de un proceso y no solo de un resultado, que retroalimenta la acción y permite en un círculo virtuoso, mejorar el desempeño de todos los actores involucrados en la práctica de enseñanza y aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anijovich, R. (2010) *La evaluación significativa*. Buenos Aires: *Paidós,* 129-149.

Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2017) *La evaluación como oportunidad*. Buenos Aires: *Paidós*

Anijovich, R., & Cappelletti, G. (2020). La retroalimentación formativa: Una oportunidad para mejorar los aprendizajes y la enseñanza. *Revista Docencia Universitaria*, *21*(1), 81-96. https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia/article/view/11327

Galvis-Alba, M., Laiton-Cubides, P. y Ávalo, A. (2017) Prácticas de laboratorio en educación superior: ¿cómo transformarlas? *Actualidades Pedagógicas,* (69), 81-103. https://ap.lasalle.edu.co/article/download/192/143

Gatica-Lara, F. y Uribarren-Berrueta, T. (2013). ¿Cómo elaborar una rúbrica? *Investigación en Educación Médica*, *2*(5),61-65. ISSN: 2007-5057 https://www.redalyc.org/articulo.oa? id=349733230010

Martínez Rizo, F. (2013). Dificultades para implementar la evaluación formativa. Revisión de literatura. *Perfiles Educativos*, *XXXV*(139),128-150. https://www.redalyc.org/ articulo.oa?id=13225611007

Martínez, M., Amarante, B., Cadenato y A., Rodríguez, R. (2013) Una propuesta de evaluación de competencias genéricas en grados de Ingeniería. *REDU - Revista de Docencia Universitaria,* 11, 113-139. ISSN: 1887-4592 http://red-u.net

Moreno-Oliva, M. (2019). Elaboración de rúbricas de evaluación y revisión del repositorio de prácticas de laboratorio del área de química. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, *5*(2), 324-329. https://hdl.handle.net/10630/17834

Ramírez, S., Viera, L. y Wainmaier, C. (2010): Evaluaciones en cursos universitarios de química: ¿qué competencias se promueven? *Educación Química*, *21*(1), 16-21.

Sans Martín, A. (2008): La evaluación de los aprendizajes: construcción de instrumentos. *Barcelona: Editorial Octaedro* https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/144919/1/2cuaderno.pdf

Varillas, A. (2012) *Manual de didáctica especial de la Química.* Salta: Universidad Nacional de Salta. ISBN 978-987-633-092-3

Wainmaier, C., Viera, L., Roncaglia, D., Ramírez, S., Rembado, F. y Porro, S. (2006): Competencias a promover en graduados universitarios de carreras Científico Tecnológicas: la visión de los docentes. *Educación Química*, *17*(2), 150-157

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1XTdGWzVcLNzm9N_Ro4mX0d5IVae8Tj2l/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.51

QUÍMICA APLICADA AL ANÁLISIS DE SUELOS: UN EFOQUE EN EL LABORATORIO

Fabiana V. Coronel

Escuela de Educación Técnica N°3173.Tecnica con Orientación en Química. San Antonio de Los Cobres. Departamento Los Andes, Salta, Argentina.
fabianavanesacoronel@gmail.com

Resumen

El trabajo propone como estrategia de enseñanza y aprendizaje integrar las prácticas experimentales en el laboratorio institucional, para que los alumnos utilicen los equipos y las técnicas aprendidas durante su formación técnica profesional. Con el objetivo de comprender la composición del suelo, se desarrolló un proyecto de análisis de suelo que incluyó la determinación de pH, humedad, sodio, potasio y hierro. Durante la semana intensiva de actividades, los alumnos participaron en una salida de campo para tomar muestras, las cuales se analizaron posteriormente en el laboratorio. A través de esta investigación y actividades experimentales, los alumnos desarrollaron competencias y habilidades para manejar equipo y material en el laboratorio, aplicando técnicas aprendidas en el aula. Este proyecto de enseñanza-aprendizaje buscó fomentar la experimentación y la investigación científica en los alumnos.

Palabras clave: *estrategia de enseñanza y aprendizaje; química como ciencia experimental, laboratorio; análisis físico y químico del suelo; técnicas analíticas.*

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Química en el laboratorio es fundamental para que los estudiantes desarrollen una comprensión profunda y significativa de los conceptos químicos. La experimentación permite a los estudiantes observar, manipular instrumentos, para construir su propio conocimiento y desarrollar habilidades. (Chamizo, 2021).

Es por esta razón que el proyecto ¿Cómo es mi suelo? surge desde la escuela como un proceso de resolución de preguntas, investigación, debate, y organización, para que los alumnos desarrollen sus habilidades en el laboratorio, en el proyecto en sí y puedan llegar a resultados para poder luego interpretarlos y conocer el suelo donde habitan, qué propiedades tiene, por qué no es tan fértil, etcétera.

El trabajo de laboratorio, lejos de ser una actividad neutral y objetiva, está cargado de suposiciones y valores que reflejan la visión del mundo y la ideología dominante. La forma en que se diseña y se implementa puede perpetuar la dominación de ciertos grupos sociales y culturales, y marginar a otros. Por ejemplo, la selección de temas y problemas para investigar, la elección de métodos y técnicas y la interpretación de resultados, están influenciados por factores sociales, políticos y económicos. Por lo tanto, es fundamental que los estudiantes y los profesores adopten un enfoque crítico hacia el trabajo de laboratorio, cuestionando las suposiciones y valores subyacentes y buscando alternativas más inclusivas y equitativas. (Hodson, 1996)

La química como ciencia experimental, tiene un papel fundamental en el análisis de suelos, ya que permite evaluar la composición fisicoquímica y ciertas propiedades del suelo. Las técnicas analíticas conocidas, como titulación, gravimetría, espectrofotometría; permiten como herramienta fundamental el desarrollo de varios análisis, siempre y cuando la institución educativa cuente tanto con los equipos, como materiales y reactivos. Motivar al estudiante, mejorar sus habilidades, comprender las técnicas analíticas de determinación de analitos como determinación de sodio y potasio por espectrofotometría, determinación de carbonatos por titulación acido-base, entre otras, conlleva un trabajo para despertar el interés en ellos.

El docente traslada el concepto de aprendizaje significativo al de contenido significativo. De esta forma, el significado del adjetivo significativo se relaciona con “algo cercano a los interese de los alumnos”. La consecuencia inmediata es una asociación de permisos que establece; si el contenido a enseñar está relacionado con los intereses de los alumnos, estos estarán motivados, y el aprendizaje será significativo. (Galagovsky, 2004)

ISBN 978-987-47159-9-9

Lo que conlleva a intentar despertar el interés de los alumnos con preguntas como: ¿Cómo es mi suelo? ¿Qué características tiene? ¿Es fértil? ¿Qué mineral se extrae en la localidad? ¿Qué se cosecha en la Puna? ¿Por qué se cosecha solo eso?

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA EDUCATIVA

2.1. Esquema general de desarrollo

Se realizó un viaje de estudio con la participación de 40 alumnos del 4to Año del Ciclo Superior de la EET N° 3173 a Las Salinas de Jujuy, y otra localidad denominada La Hoyada, donde 40 alumnos participaron en un muestreo de suelos. Cada grupo recopiló su propia muestra y posteriormente la analizaron en el laboratorio para determinar sus propiedades físicas y químicas. El tiempo requerido para este trabajo fue aproximadamente 7 días que incluyeron el día de viaje y los días posteriores de trabajo en el laboratorio de los alumnos con su posterior exposición.

I. Etapa inicial:
   - Viaje a las “Salinas de Jujuy” y “la Hoyada”.
   - Muestreo de suelos
   - Diseño de actividades referidas a la salida de campo para realizar el muestreo

II. Etapa de desarrollo:
   - Entrega cada alumno la guía de experimentación
   - Lectura comprensiva de la guía por el alumno.
   - Orientación de la organización por equipos en el laboratorio

III. Etapa final:
   - Familiarización del uso de los equipos y materiales de laboratorio
   - Desarrollo de las técnicas establecidas en la guía
   - Exposición final de sus resultados en la Feria de las Ciencias

3. SALIDA DE CAMPO PARA LA TOMA DE MEUSTRAS

3.1. Muestreo de suelos

La confiabilidad de los resultados del análisis de suelo depende ante todo de la muestra tomada. Debido a que solo una parte pequeña del campo es analizada, la muestra de suelo debe representar el campo de la que se tomó. (Guy, 2024)

Para la toma de muestras se conformaron ocho grupos de cinco alumnos cada uno. Se trazó en cuadriculas imaginariamente o con un hilo, en un metro cuadrado de superficie, se dividió en partes iguales la zona de trabajo, cada grupo se encargó de recopilar muestras de suelo en una profundidad de 20 cm como se observa en la FIGURA 1.



FIGURA 1. *Delimitación de la zona de trabajo y toma de muestra*

Al final del recorrido, las submuestras fueron homogeneizadas para llevar al laboratorio.
Lugares donde se tomaron las muestras:

ISBN 978-987-47159-9-9

- La Hoyada
- Salinas - Provincia de Jujuy

Finalmente, se transfirió una porción de ± 500 g de la muestra a bolsas. (FIGURA 2), se identificó cada una de las muestras de acuerdo al campo al que pertenecían.



FIGURA 2. *Muestra homogeneizada de suelo salino*

3.2 Preparación de muestras de suelos en el laboratorio

Una vez regresado de la salida de campo en el laboratorio, es necesario el cuidado en el manejo de las muestras cuando estas llegan del campo. Las operaciones que se realizan siguen la siguiente secuencia: Identificación, secado, molienda y tamizado. Los materiales utilizados en la preparación de las muestras fueron los siguientes:

I. Molino para muestras de suelo (de preferencia de martillos).
II. Estufa para secado, con circulación de aire.
III. Tamiz de 2 mm de diámetro.

4.TRABAJO EN EL LABORATORIO: ANÁLISIS DE SUELOS

Los diferentes análisis llevados a cabo tuvieron el propósito de que los alumnos interiorizaran las técnicas aprendidas en Química Analítica I y II. Además, esta experiencia les permitió desarrollar habilidades de organización y trabajo en equipo, optimizando el tiempo y la eficiencia en la realización de las actividades. De esta manera, los alumnos integraron teoría y práctica en un entorno colaborativo.

4.1 Análisis de propiedades físicas y químicas

La información obtenida a través del análisis de suelo es esencial para optimizar el uso de recursos y minimizar el impacto ambiental. (Hillel, 2004).

Con el fin de evaluar la calidad y composición del suelo se realizaron los siguientes análisis:

- Determinación del contenido de humedad en el suelo
- Determinación de la capacidad hídrica del suelo
- Determinación de pH
- Determinación de conductividad
- Determinación del porcentaje de hierro por imantación
- Determinación de sodio y potasio por espectrofotometría
- Determinación de calcio por titulación complejométrica
- Determinación de carbonatos por titulación acido-base
- Determinación de sulfatos por turbidimetría

En la localidad de San Antonio de los Cobres y zonas cercanas es muy común encontrar hierro en su estado puro, el cual puede ser separado fácilmente mediante un proceso de imantación (FIGURA 3). Los alumnos llevaron a cabo esta experiencia de manera sencilla, logrando extraer el hierro de cada muestra del suelo mediante el proceso de magnetización.

ISBN 978-987-47159-9-9

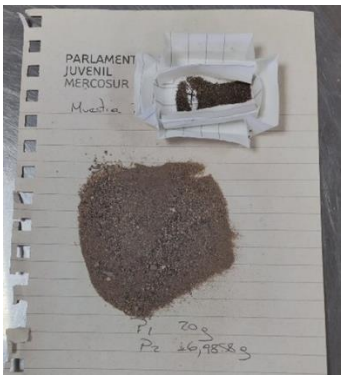


FIGURA 3. *Determinación de hierro por imantación*

Otro ensayo analítico de interés es el uso del espectrofotómetro de llama, equipo con el que cuenta la institución. Los alumnos utilizaron este equipo para determinar la concentración de sodio y potasio en las muestras. Para ello se realizó una curva de calibración con soluciones patrones de concentraciones conocidas y posteriormente con la muestra para determinar su concentración. (FIGURA 4).



FIGURA 4. *Determinación de sodio y potasio por espectrofotometría de llama*

5. RESULTADOS OBTENIDOS

El docente procuró que las técnicas analíticas establecidas en la guía fueran desarrolladas por los alumnos de manera correcta. Dando lugar a diferentes resultados, pero en una magnitud de diferencia muy pequeño consta establecer que no todos realizaron completamente los análisis ya sea por falta de organización o tiempo. Esta situación podría mejorarse en un futuro con más organización de parte del docente y distribución de los equipos a los alumnos. Sin embargo, la mayoría de grupos logró realizar los análisis físicos y químicos, presentar una exposición de su proyecto y dar una conclusión al respecto de las características del suelo, concluyendo sus propias interpretaciones a las preguntas asignadas desde un inicio.

La TABLA I muestra los resultados obtenidos, por un grupo de alumnos, en los análisis realizados a dos muestras.

TABLA I. *Tabla de resultados obtenidos de los análisis realizados por un grupo de alumnos*

Columna 1	*Muestra del salar*	*Muestra de la Hoyada*
Capacidad hídrica	0,74%	0,15%
Conductividad eléctrica	998 S/cm	308 S/cm
pH	9,14	9,68
Humedad	68,23%	66,7%
Carbonatos	1048,8ppm	266,5 ppm

ISBN 978-987-47159-9-9

Columna 1	*Muestra del salar*	*Muestra de la Hoyada*
Sodio	2259,74 ppm	No se realizó por dificultades técnicas
Potasio	No se realizó	No se realizó
Hierro	0,17%	3,2%

6. CONCLUSIONES

El equipo docente que participó de esta experiencia valoró positivamente la propuesta de trabajo ya que la misma involucró actividades como salida de campo y posterior experimentación que permitió a los alumnos trabajar en equipo, organizarse, obtener resultados, armar conclusiones, conocer las diferentes técnicas de análisis, reconocer y manejar los equipos e instrumentos de laboratorio, fortalecer la autonomía y destreza en el laboratorio. Recomiendo enfáticamente que los docentes fomentemos propuestas de trabajo colaborativas, donde los alumnos aprendan de estos proyectos colaborativos a trabajar en equipo ya que esto les permite socializar, acordar tareas, enfocarse en el objetivo final que es la realización de su proyecto, además de la resignificación de conocimientos. Estas experiencias han sido gratificantes para mí como educadora, ya que los resultados fueron muy positivos. El observar a los alumnos asumir sus responsabilidades, superar obstáculos, desarrollar habilidades técnicas e involucrarse con su máximo potencial hasta terminar sus análisis químicos y físicos con su respectiva entrega de informes.

AGRADECIMIENTOS

Se desea expresar un sincero agradecimiento a la Mg. Lidia Guadalupe Peñaloza del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta, quien capacitó a los docentes de la escuela y enseñó distintas técnicas para manejo de los equipos. Gracias a su valioso aporte académico, pudimos profundizar en los aspectos técnicos, científicos y pedagógicos de nuestra formación profesional y plantear actividades innovadoras para nuestros alumnos. Se agradece también a los profesores Alderete Nelson y Judith Cansino, por su valiosa colaboración en la organización y realización de la salida de campo. Y por último se agradece a los alumnos participantes, por su entusiasmo, dedicación y activa participación en el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chamizo, J. A. (2021) La química como un sistema de prácticas. Una alternativa para su enseñanza. *Educació química*, 29, 12-18. https://raco.cat/index.php/EduQ/article/view/ 407755 .

Galagovsky, L. (2004) Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: el modelo teórico. Investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, *22*(2), 229–240. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v22n2/02124521v22n2p229.pdf

Guy, S. (2024). *El análisis de suelo*. Nombre del blog: https://cropaia.com/es/blog/el-analisis-de-suelo/

Hillel, D. (2004). Identificar y responder preguntas resolubles mediante un diseño experimental: una experiencia con docentes de escuela primaria. *Ciência & Educação, Bauru,* v. 27, e21037, 2021 https://doi.org/10.1590/1516- 731320210037

Hodson, D. (1996). El trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Un enfoque crítico. En D. Hodson (Ed.), *Educación científica y cambio social* (pp. 137-154). Ediciones Morata. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/16_kdTUMEUJjY0fSN6oLu0bIvOIoE4HPb/view

ISBN 978-987-47159-9-9

LA IMPORTANCIA DE LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS CURRICULARES PARA LOGRAR UN APRENDIZAJE ACTIVO

Laila Fernández

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Tobías Gaggioli Hernández

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Albaro Lescano

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Fernando Inze

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Mariana Minchiotti*

Cátedra de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
minchio@agro.unc.edu.ar

Resumen

Este trabajo es una experiencia educativa desarrollada en la asignatura Química Orgánica que se basó en el rediseño de los contenidos curriculares para poder hacerlos significativos para los estudiantes. En todas las carreras, en general, se parte con materias de las llamadas duras. Esto produce un contrapunto entre lo que el estudiante quiere y se imagina ser y a lo que se enfrenta para iniciar sus estudios hacia su futuro profesional, provocando una fuerte deserción en los primeros años. Para esto, pensamos en alguna manera de hacer que la materia más compleja de primer año, intentara retener a los estudiantes y no les provoque una profunda frustración. Nos propusimos contextualizar los contenidos partiendo de las experiencias previas del estudiantado y demostrándoles, mediante ejemplos reales, el porqué del aprendizaje de los contenidos de Química Orgánica. En este sentido, el trabajo realizado con ayudantes alumnos que cursan materias de años superiores y un docente recientemente recibido fueron claves para conseguir realizar la articulación, secuenciación y ejemplificación de diferentes situaciones con los nuevos contenidos. Así, los estudiantes desarrollaron una posición a favor del aprendizaje activo que generó interés en la investigación y profundización de saberes para conocer más acerca del objeto de estudio.

Palabras clave: *contextualización de los contenidos; aprendizaje activo; motivación; aprendizaje significativo; metacognición.*

1. INTRODUCCIÓN

La contextualización de los contenidos curriculares se refiere a adaptar los mismos a la realidad cultural de los estudiantes. Esto se logra mediante el aporte permanente de ejemplos y situaciones en las que van a encontrarse en su futura labor profesional, partiendo del conocimiento actual y de su vida cotidiana (Caamaño, 2011). De esta manera, los estudiantes anclan los aprendizajes en la red de experiencias y saberes con la ya que

ISBN 978-987-47159-9-9

cuentan y así pueden construir, -aprendiendo, desaprendiendo y reaprendiendo-, nuevos contenidos significativos (González Velasco, 2018). Así, el estudiantado desarrolla los procesos de aprendizaje, incorporando el pensamiento científico y relacionándolo con la sociedad (Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación, 2023).

Este trabajo encuentra su base en el constructivismo, en el cual, los estudiantes construyen sus conocimientos de manera individual, incorporando modelos mentales o esquemas en los cuales van anclando sus nuevos saberes (Leliwa y Scangarello, 2016). Iniciamos la tarea con el conocimiento fáctico, desarrollando habilidades para llegar al conocimiento metacognitivo. Los encuentros de estudio entre estudiantes y docentes son importantes para desarrollar la capacidad de autonomía. Estos grupos de encuentro son claves para que los estudiantes más avanzados o los docentes apoyen el andamiaje del aprendizaje.

A partir del año 2019 se comenzaron a introducir gran cantidad de ejemplos relacionados con la vida profesional en las clases de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC. Durante la pandemia, se desarrolló el aula virtual donde los estudiantes podían recurrir de manera asincrónica para encontrar los contenidos teóricos y autoevaluaciones donde las preguntas requerían respuestas con transferencia de conocimientos. Además, se habilitó un grupo de WhatsApp para poder ayudar a la comunicación instantánea entre pares apoyados por docentes y ayudantes alumnos. Como la construcción de conocimiento se desarrolla a través del lenguaje, propusimos hacer hincapié en la oralidad, escucha, lectura y escritura (Edwards y Mercer, 1995). Para esto, los canales de comunicación estuvieron siempre abiertos y mediante fotos de las tareas y mensajes intentamos perfeccionar el vínculo pedagógico para obtener mejores resultados.

2. OBJETIVOS

- Lograr un aprendizaje activo mediante la utilización de ejemplos contextualizados.
- Desarrollar la autonomía del estudiante en su proceso de aprendizaje.
- Descubrir cómo la socialización de resultados refuerza el aprendizaje.

3. METODOLOGÍA

Se invitó a los estudiantes a participar en reuniones de estudio que se desarrollaron en la cátedra todos los días durante dos horas, en diferentes horarios según el día de la semana. En estas reuniones se priorizó el aprendizaje con la utilización de ejemplos de la vida profesional. Los ayudantes alumnos que cursan en años superiores de la carrera y un docente recientemente recibido fueron claves para reforzar los contenidos situándolos en contexto, aportando en cada unidad los ejemplos que consideraban pertinentes para cada temática. Pongamos por caso el tema de superficie de contacto que es un factor influyente en las fuerzas intermoleculares de van der Waals. El docente recientemente recibido sugirió pensar en porqué en Nutrición Animal, se les da maíz partido a los animales. Esto es para aumentar las superficies de contacto de los fluidos con los nutrientes y así, poder aprovechar mejor el alimento.

Podemos ver en la siguiente tabla (TABLA 1) los contenidos curriculares y algunos de los temas utilizados como ejemplo, que despertaron interés entre los estudiantes.

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA I. *Contenido curricular y tema ejemplo utilizado para la enseñanza.*

Contenido curricular	*Ejemplo/s relacionado/s*
Introducción al estudio de la química del Carbono.	Fotosíntesis. Productos naturales utilizados en la cocina en la vida diaria.
Hibridación, geometría, polaridad y fuerzas intermoleculares.	Solubilidad de materiales utilizados en agronomía, terapéutica vegetal, sanidad animal, prácticas alimentarias.
Absorción de luz y transiciones electrónicas. Cromóforos y auxocromos.	Colores observados en la naturaleza y los cambios producidos en medios ácidos, básicos y neutros.
Isomería.	Cambios en la solubilidad y en la reactividad según sea la isomería estructural o geométrica. Aceites esenciales con diferentes propiedades biológicas proporcionando diferentes aromas según el estereoisómero del que se trate.
Grupos funcionales.	Compuestos naturales que los presentan y sus propiedades conocidas.
Reacciones orgánicas: sustitución, eliminación, adición, redox y radicalarias.	Ejemplos reales y concretos que ocurren de cada una de ellas en la naturaleza. P. ej. enranciamiento de aceites, protección de alimentos en frascos color caramelo para evitar reacciones afectadas por la luz, reacciones biológicas, etc.

4. RESULTADOS

Los estudiantes se mostraron satisfechos con esta forma de aprender Química Orgánica. Estos resultados se obtuvieron a partir de encuestas en las que evaluaron los encuentros grupales con los ítems: dinámica de grupo, capacidad de análisis, diálogo, síntesis y cooperación. También se autoevaluaron en las dimensiones: realización de tareas, participación, responsabilidad, escucha activa, cooperación y toma de decisiones. Estas encuestas mostraron cómo pasaban de evaluaciones regular/bueno a muy bueno/excelente a medida que la participación en las reuniones se hacía más frecuente. Además, demostraron que los conocimientos adquiridos podían ser transferidos a otras situaciones, cuando un tema anterior era relacionado con uno actual. Todo esto, nos llevó a descubrir estudiantes con mayor motivación. Los contenidos presentados en el aula virtual, que tenían por finalidad realizar “flipped learning” o aprendizaje invertido, desde 2020, los cuales los estudiantes no abrían antes de tener su clase, comenzaron a usarse con esa modalidad, demostrando el interés por saber anticipadamente lo que iban a aprender. Adelantaron las tareas previstas para las clases, lo que ocasionó la ventaja de poder profundizar los contenidos en el aula. Aportaron más ejemplos y contextualizaron sus aprendizajes demostrando aplicar los conocimientos en la práctica (Minchiotti, 2024). Lograron autonomía involucrándose en sus procesos de aprendizaje. Con esta experiencia hemos logrado un mejor resultado en las calificaciones y un “contagio” a otros estudiantes para lograr lo que sus pares alcanzaron autosugestionando su aprendizaje. Esto los notamos después del primer parcial, donde aquellos estudiantes que no lograron notas satisfactorias comenzaron a acercase a los grupos de estudio. Aquellos que ya acreditaron la materia sostuvieron que se encuentran mejor preparados para encarar las asignaturas correlativas.

ISBN 978-987-47159-9-9

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos nos alientan a continuar trabajando en la búsqueda de mejorar las prácticas de enseñanza y aprendizaje. En este trabajo observamos también, que los estudiantes consolidaron amistades que les permitieron seguir con los estudios en conjunto en otras asignaturas. Las innovaciones llevadas a cabo en los espacios educativos son necesarias para poder tomar decisiones en pos de mejorar la calidad educativa. Con las acciones implementadas de manera consciente determinamos qué otras medidas podemos poner en práctica para optimizar el aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (69), 21-34.

Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2023). ¡Aprendamos en comunidad! Hacia la integración curricular. Los procesos de contextualización y codiseño de contenidos. https://www.mejoredu.gob.mx/images/publicaciones/fasciculo2_aprendamos-comunidad.pdf

Edwards, D. and Mercer, M. (1995). *Common Knowledge: The Development of Understanding in the Classroom*. Londres, Reino Unido: Routledge.

González Velasco, J. M. (2009). El bucle educativo: Aprendizaje, pensamiento complejo y transdisciplinariedad. Modelos de planificaciones de aula metacomplejas. *Revista Integra Educativa, 2*(2), 83-101.

Leliwa, S. y Scangarello, I. (2016). *Psicología y Educación*. Córdoba, Argentina: Brujas.

Minchiotti, M. y Caturelli Graffigna, J. (2024). Acción en contexto desarrollando competencias. *IX Congreso Nacional y VIII Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias. Libro de conferencias y trabajos,* Buenos Aires, septiembre de 2024, pp.181-184.

Video **Enlace al video explicativo del trabajo presentado**
https://drive.google.com/file/d/18sDa_BbpwRjq0xbIAuZbQRwJXaCq3Ecm/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.53

CONCEPTOS Y CÁLCULOS NECESARIOS PARA EL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA

Marcela Máquez

Centro de Educación Técnica N°13, Choele-choel, Río Negro, Argentina.
mmaquez@gmail.com

María Belén Buglione

Centro de Educación Técnica N°13, Choele-choel, Río Negro, Argentina.
mbbuglione@gmail.com

Resumen

La educación técnico profesional introduce a los estudiantes en un recorrido de aprendizajes a partir del acceso a una base de conocimientos y de habilidades profesionales. En las "Prácticas Profesionalizantes", el abordaje de situaciones problemáticas constituye un eje a través del cual se resignifican saberes previos y se aprenden nuevos, además de aplicar habilidades y destrezas propias de la Especialización. Aquí se describe una serie de actividades para analizar parámetros físicos y químicos el agua. Dentro de los análisis que deben realizarse se encuentra la valoración de minerales como Cloruros, Cobre, Hierro, Manganeso, Arsénico y de aniones como sulfatos, nitratos y nitritos. Otras evaluaciones como turbidez, cloro activo, conductividad y dureza complementan las determinaciones del perfil de potabilidad del agua, según establece el Código Alimentario Argentino. El desarrollo de cálculos matemáticos, el fundamento de los análisis físicos y químicos, el marco legal relacionado y las desviaciones que puedan encontrarse se abordan a través de debates y aprendizajes ya que docentes y estudiantes tienen la oportunidad de generar el entrecruzamiento entre lo teórico y lo empírico, en torno al proceso de enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave: *enseñanza-aprendizaje; prácticas profesionalizantes; cálculos; marcos legales; técnicas*

1. INTRODUCCIÓN

No hay dudas acerca de que la educación debe ser una prioridad nacional. La Ley de Educación N° 26.206 regula el ejercicio del derecho de enseñar y aprender consagrado por el artículo 14 de la Constitución Nacional y los Tratados Internacionales incorporados a ella.

Particularmente, en el caso de la educación técnico profesional que tiene lugar en las escuelas técnicas (ex-ENET), se introduce a los estudiantes en un recorrido de profesionalización a partir del acceso a una base de conocimientos y de habilidades profesionales que les permitirá su inserción en áreas ocupacionales cuya complejidad exige haber adquirido una formación general y una cultura científico tecnológica a la par de una formación técnica específica de carácter profesional.

Las trayectorias formativas contemplan la definición de espacios curriculares claramente definidos que aborden problemas propios del campo profesional específico en que se esté formando, dando unidad y significado a los contenidos y actividades con un enfoque pluridisciplinario.

De acuerdo con currículum de las Escuelas Técnicas, los estudiantes avanzados deben cumplimentar 216 horas reloj del espacio Prácticas Profesionalizantes. En la Especialidad "Técnicos en Industrias de los Alimentos", esas horas curriculares incluyen actividades teóricas y prácticas relacionadas con la producción de alimentos, el análisis de los mismos y las auditorías en establecimientos de producción y/o comercialización de alimentos. En el Art. 4, la Ley 26.058 (2005) señala que la Enseñanza Técnico Profesional promueve en las personas, capacidades, conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes relacionadas con desempeños profesionales y criterios de profesionalidad propios del contexto socioproductivo, que permitan conocer la realidad a partir de la reflexión sistemática sobre la práctica y la aplicación sistematizada de la teoría.

ISBN 978-987-47159-9-9

Muchas de las actividades se desarrollan a través de pasantías en empresas externas a la Escuela u organizaciones. Otras, se desarrollan en espacios propios, como los laboratorios. En todos los casos, se busca que los procesos de enseñanza se focalicen en el desarrollo de competencias laborales, las cuales son descriptas por María de Ibarrola (2021) como *"el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y aptitudes requeridos para lograr un determinado resultado en un ambiente de trabajo"* (p.75).

En este trabajo se describirán actividades relacionadas con el análisis físico y químico del agua, considerando que los mismos pertenecen a los estándares que el Código Alimentario Argentino (CAA) establece en el Capítulo XII para este alimento. En principio se describirá la toma de muestra y luego se describirán los análisis y cálculos a considerar para llegar a expresar los resultados en términos de concentraciones.

Por último, se indicarán algunos instrumentos de evaluación teniendo en cuenta que, como sostienen Camilloni *et al.* (1998) "*La evaluación debe ser considerada como un proceso de enseñanza por parte del docente además de recoger indicios de aprendizaje por parte del estudiante".*

2. OBJETIVOS

- Articular saberes de unidades curriculares significativas.
- Desarrollar competencias fundamentales del perfil profesional.
- Aplicar saberes a diversas situaciones problemáticas de la vida real.

3. METODOLOGÍA

Los 24 estudiantes son organizados en grupos de 4 personas, por afinidad entre ellos. A cada grupo se le indica el horario y las actividades que desarrollará durante el transcurso de la semana. Luego rotará por otras actividades. Cada una de las propuestas cuenta con un docente a cargo. El espacio de Prácticas Profesionalizantes en el laboratorio, en actividades vinculadas a toma de muestras, análisis de las mismas e informe de resultados, se organiza cada semana de lunes a viernes de 8 a 12h y de 16 a 18h. Cada grupo asiste una semana completa al laboratorio cuando es tu turno y vuelve a hacerlo cuando los restantes grupos terminaron de pasar también.

En el caso de los análisis de alimentos en el laboratorio, el primero de ellos es agua. Además del perfil físico-químico del mismo, se evalúa el perfil microbiológico para poder inferir sobre la potabilidad del agua o no (en el marco de los requisitos estipulados en el Art. 982 del Capítulo XII del Código Alimentario Argentino).

3.1. La toma de muestra y traslado al laboratorio

Es necesario colectar de 1.0 a 1.5 L de agua para la realización de todos los análisis. Para ello se debe utilizar un recipiente limpio (no es necesario que se encuentre estéril) y con tapa. La mayoría de las veces se eligen botellas vacías de agua mineral o bebidas gaseosas, previamente lavadas. Una vez tomada la muestra, se transporta al laboratorio para comenzar los análisis en el menor tiempo posible. Para el transporte se utiliza una conservadora portátil, con geles refrigerantes, para evitar aumentos de temperatura en el agua que pudieran alterar algún parámetro físico (pH) o químico (cloro libre).

La actividad en terreno la realizan los estudiantes, con la guía y orientación del docente, quien previamente introduce la fundamentación del proceso como también señala consideraciones relacionadas con seguridad e higiene inherentes al procedimiento. La indumentaria requerida involucra guardapolvo y elementos de protección personal como guantes, barbijo y cofia, para minimizar la posibilidad de contaminación de la muestra de agua. El traslado de los estudiantes hacia el lugar de muestreo se realiza bajo la responsabilidad del docente.

3.2. Los análisis físicos del agua

Se evalúan los siguientes aspectos en las muestras de agua:

- caracteres organolépticos (olor, color, sabor);
- conductividad,
- turbidez;

ISBN 978-987-47159-9-9

- sólidos totales disueltos.

Para los que no son determinaciones organolépticas se utiliza el equipamiento del laboratorio de la escuela: conductímetro y turbidímetro. En el caso de los sólidos totales disueltos se utiliza un refractómetro.

3.3. Los análisis químicos del agua

Se evalúa en el agua el pH y el contenido de:

- Cloruros (Cl^-)
- Sulfatos ($SO_4^=$)
- Nitritos (NO_2^-)
- Nitratos (NO_3^-)
- Amonio (NH_4^+)
- Arsénico (As)
- Hierro (Fe)
- Cobre (Cu)
- Manganeso (Mn)
- Cloro libre (Cl_2)
- Dureza total (sales de Ca y Mg)

El pH se analiza utilizando tiras reactivas marca Merck (rango0-14) y con pHmetro de mesada marca Hanna (cuyo electrodo ha sido calibrado con solución comercial buffer de pH=7).

Para la determinación de sulfatos, nitritos, nitratos, amonio, arsénico, hierro, cobre y manganeso se utilizan kits comerciales que contienen tiras impregnadas en sustancias colorantes. Estas tiras tienen la propiedad de adquirir determinadas coloraciones al ser sumergidas en el agua, de acuerdo a la concentración de las sustancias evaluadas. El envase de las tiras permite contrastar el color obtenido con concentraciones expresadas en partes por millón (ppm) o mg/L.

El cloro libre (Cl_2) es valorado con un clorímetro digital que contiene un espectrofotómetro. La técnica consiste en enfrentar el agua con reactivos coloreados. La intensidad de color es directamente proporcional a la concentración de cloro libre. El display del equipo indica el resultado expresado en ppm.

Los aniones cloruros y las sales de calcio y magnesio son valorados por reacciones de titulometría. En el caso de los cloruros, se utiliza dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) como indicador de punto final y el agente titulante es nitrato de plata ($AgNO_3$) 0,1 N. En el caso de las sales de calcio y magnesio son valoradas como "dureza total" del agua, utilizando Negro de Eriocromo T como indicador de punto final de la reacción y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) 0,01 M como agente titulante.

4. RESULTADOS

En la TABLA I se listan las determinaciones físicas y químicas que se evalúan en las muestras de agua, para determinar su potabilidad. También se presentan los valores de referencia que establece el Código Alimentario Argentino para cada una de las determinaciones. La columna central es la que se rellena con los resultados, luego de la realización de los análisis correspondientes.

TABLA I. *Listado de parámetros físicos y químicos evaluados en el agua. Se muestran los valores de referencia para agua potable, según del Código Alimentario Argentino.*

Determinaciones	***Valores Hallados***	***Valores Estipulados por el C.A.A. (Art. 982 Res. 494/94)***
pH		6,5 a 8,5
Dureza Total		400 ppm (máx) de $CaCO_3$
Cloruros (Cl^-)		350 ppm (máx) de Cl^-
Sulfatos ($SO_4^=$)		400 ppm (máx) de $SO_4^=$
Arsénico (As)		0,05 ppm (máx) de As
Nitratos (NO_3^-)		45 ppm (máx) de NO_3^-
Nitritos (NO_2^-)		0,1 ppm (máx) de NO_2^-

ISBN 978-987-47159-9-9

Continuación TABLA I

Determinaciones	***Valores Hallados***	***Valores Estipulados por el C.A.A. (Art. 982 Res. 494/94)***
Hierro (Fe)		0,3 ppm (máx.) de Fe
Manganeso (Mn)		0,1 ppm (máx) de Mn
Conductividad		No especifica
Amonio (NH_4^+)		0,2 ppm (máx) de NH_4^+
Turbidez		3 NTU
T.S.D.		1500 ppm (máx)
Cobre (Cu)		1 ppm (máx) de Cu
Cloro Activo		0.2 ppm (mín.)

Es interesante observar que para preparar las disoluciones químicas de $AgNO_3$, $K_2Cr_2O_7$ y EDTA, los estudiantes tienen que conocer contenidos acerca del procedimiento de pesaje de sustancias sólidas y su posterior disolución en agua. Necesitan realizar cálculos de acuerdo a la concentración de las soluciones que tienen que preparar. Necesitan recordar, entonces, los conceptos aprendidos anteriormente sobre "formas de expresión de la concentración de disoluciones".

Por otro lado, para la expresión de los resultados de cloruros, a partir de los mililitros utilizados en las buretas de titulación, los estudiantes tienen que realizar cálculos en los que se relacionen los miliequivalentes (mEq) de los titulantes, conocidos (Ag^+), con los mEq de las sustancias a valorar (Cl^-). Es un ejercicio que los convoca a repasar conceptos de normalidad, que a veces parecen nunca aprendidos o lejanos en el tiempo y requieren entonces de un "repaso" en el pizarrón, con orientación docente.

Por su parte, la dureza total se obtiene a través de cálculos en los que se considere el volumen de muestra utilizado y se contemple que cada 1 mL gastado de EDTA 0,01 M corresponde a 1000 mg de carbonato de calcio ($CaCO_3$).

4.1. Instrumentos de evaluación de los estudiantes

Tal como Expresa Litwin (2008), las buenas prácticas de evaluación son:

> ...prácticas sin sorpresas; enmarcadas en la enseñanza; que se desprenden del clima, ritmo y tipo de actividad de la clase; en la que los desafíos cognitivos no son temas de las evaluaciones sino de la vida cotidiana del aula, atractivas para los estudiantes y con consecuencias positivas respecto de los aprendizajes… (p. 173)

Por lo que los docentes observan los trayectos recorridos por cada estudiante y lo registran en rúbricas (ANEXO 1) que previamente son compartidas con los estudiantes. Es importante poder trabajar con grupos reducidos para lograr un seguimiento personalizado. La evaluación es formativa, destacando los logros de aprendizaje que logra cada estudiante y realizando la retroalimentación correspondiente.

Además, al finalizar el ciclo lectivo, se ofrece a los estudiantes un cuestionario para que completen, con la finalidad de realizar un proceso de metacognición que sea significativo para el estudiante y una revisión del ejercicio docente. El cuestionario está disponible en un Google Form (https://forms.gle/wdS7J9NsrTLuAosM9).

5. CONCLUSIONES

En el espacio de Prácticas Profesionalizantes, los estudiantes no sólo ponen en práctica aprendizajes nuevos sino también saberes que adquirieron en otros espacios curriculares. Estos les resultan necesarios el momento de tener que resolver situaciones problemáticas que pueden acontecer en ámbitos laborales de la vida real.

ISBN 978-987-47159-9-9

Es sabido que formarse y aprender para vivir en esta sociedad del conocimiento implica una necesidad permanente de actualización de las competencias. Aquí, los estudiantes construyen el conocimiento y desarrollan competencias inherentes a su perfil profesional, en particular a través de la destreza que adquieren al utilizar materiales de vidrio, equipamiento y reactivos del laboratorio de Química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Camilloni, A., Celman, S., Litwin, E., & Palou de Maté, M. D. C. (1998). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires: Paidós. Cap. 3.

Código Alimentario Argentino. 1971. http://www.conal.gob.ar/CAA

de Asís Blas, F. y Planells, J. (2009). Retos actuales de la educación técnico-profesional. *Metas Educativas.* Fundación Santillana. https://produccioncientifica.ucm.es/documentos/61f044 08231cc058a9f4a2a1

de Ibarrola, M. (2009). Formación de profesionales de la ETP: nuevos enfoques pedagógicos. En Retos actuales de la educación técnico-profesional. *Metas Educativas*. España. OEI (p.73-88).

Ley de Educación Nacional Nº 26.206, (2006). https://www.educ.ar/recursos/158157/ley-de-edu cacion-nacional-n-26-206

Ley de Enseñanza Técnico-Profesional N° 26.058. (2005). http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002618.pdf

Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y Contextos*. Buenos Aires. Ed. Paidós. https://amsafe.org.ar/wp-content/uploads/Litwin-El Oficio de Ensenar.pdf

ANEXO 1. *Rúbricas de evaluación*

RÚBRICA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO							
MOMENTOS	**CAPACIDADES**	**ASPECTOS A EVALUAR**	Excelente (10-9)	Bien (8-7)	Regular (6)	Mal (<5)	Puntaje Máximo
		ACTITUDES					.... puntos
Inicio	Interpretar Relacionar	PRESENTACIÓN EN EL LABORATORIO (individual) LECTURA DE MATERIAL	El alumno usa guardapolvo. Conoce y cumple estrictamente las normas de seguridad e higiene de laboratorio. Es puntual Es autónomo en la lectura	No viste guardapolvo. Conoce y cumple con las normas de seguridad e higiene del laboratorio. No llega a horario. Es autónomo en la lectura luego de orientaciones del docente.	No viste guardapolvo. Desconoce y no cumple algunas de las normas de laboratorio. No respeta horario de ingreso. Requiere permanente orientación para leer.	No viste guardapolvo. Desconoce y no cumple con ninguna de las normas básicas de laboratorio. No respeta horarios pautados. No lee los materiales.	
Proceso	Observar Analizar críticamente Identificar las BPM en situaciones concretas	COMPORTAMIENTO DURANTE LA PRÁCTICA (del grupo) Durante las inspecciones a establecimien-tos elaboradores	El grupo muestra perfecto orden durante la práctica, respeto hacia sus profesores y sus compañeros, cuidado en el uso del material de laboratorio y acata las instrucciones del profesor. El alumno es puntual. Asiste con guardapolvo y accesorios como cofia, guantes, antiparras y botas blancas. Se dirige al personal en forma respetuosa y toma apuntes de	El grupo muestra perfecto orden durante la práctica, respeto hacia sus profesores y sus compañeros, pero muestra descuido en el uso del material de laboratorio. Acata las instrucciones del profesor. El alumno es puntual. Asiste con guardapolvo y algunos accesorios. Se	El grupo muestra bastante desorden durante la práctica. No respeta a sus compañeros. Acata las instrucciones del profesor. El alumno no es puntual. Asiste con guardapolvo y ningún otro accesorio. Se dirige al personal en	El grupo muestra absoluto desorden y descuido en el desarrollo de la práctica. Muestra falta de respeto por sus compañeros y, en ocasiones, no atiende las instrucciones del profesor. El alumno no es puntual y se retira en cualquier momento del lugar. No asiste con guardapolvo ni accesorios.	

ISBN 978-987-47159-9-9

			observaciones y comentarios recogidos en el lugar.	dirige al personal en forma respetuosa y toma apuntes de observaciones recogidos en el lugar.	forma respetuosa. No toma apuntes de observacio-nes y comentarios recogidos en el lugar.	No participa en las tareas de inspectoría. No registra.	
		ACTIVIDADES EN EL LABORATORIO					.... puntos
Proceso	Trabajar en grupo	ORGANIZACIÓN Y LIMPIEZA DURANTE LA PRÁCTICA	El grupo muestra mucha organización y autonomía durante la práctica, mantiene su área de trabajo limpia. Conocen las actividades a desarrollar.	El grupo muestra organización y autonomía durante la práctica, mantiene su área de trabajo limpia. No conocen claramente las actividades a desarrollar.	El grupo muestra poca organización durante la práctica y su autonomía es limitada. Manti ene su área de trabajo limpia. No conocen claramente las actividades a desarrollar.	El grupo muestra desorganización durante la práctica y no es autónomo. Su área de trabajo no está limpia, se nota confusión en las actividades.	
	Seleccionar las técnicas con criterio Resolver situaciones Debatir Fundamentar Registrar lo relevante	DESEMPEÑO DEL ALUMNO EN BASE A CONOCIMIEN TOS DEMOSTRADOS	El grupo realiza perfectamente la práctica. Conocen las técnicas y materiales del laboratorio. Aplican los conocimientos ad quiridos. Presenta seguridad en sus acciones. Fundamentan las mismas con criterio	El grupo realiza bien la práctica. Conocen las técnicas y materiales del laboratorio. Ap lican los conocimien-tos adquiridos. Presenta dificultades en la estructura-ción de los resultados.	El grupo realiza la práctica con dificultad. Desconocen algunas técnicas y algunos materiales del laboratorio. Aplica los conocimientos adquiridos, pero con inseguridad. Presenta dificultades en la estructura-ción de los resultados.	El grupo realiza la práctica con mucha dificultad. Desconocen técnicas y materiales del laboratorio No sabe aplicar los conocimientos adquiridos. No pueden estructurar los resultados.	
		TAREAS ESCRITAS					**... puntos**
Final	Registrar-Sintetizar con criterio Elaborar conclusiones	ELABORACIÓN DEL INFORME	El grupo: - revisa bibliografía - realiza la tarea originalmente - contesta cuestionarios - entrega informe a tiempo - el informe está escrito en forma ordenada, precisa y coherente. - aporta información adicional. - aporta fotografías - elabora las conclusiones	El grupo: - revisa la bibliografía - realiza la tarea - contesta cuestionarios - entrega informe a tiempo - el informe está escrito en forma ordenada y coherente. - Elabora conclusiones.	El grupo: - realiza la tarea - contesta cuestionarios - entrega informe fuera de tiempo - el informe está escrito en forma poco ordenada - no elabora conclusiones.	El grupo: - realiza la tarea en forma incompleta - no contesta cuestionarios - no resuelve los ejercicios - no entrega informe	
							T o t a l

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1yYYLvcYtoG-xgOwst5N-v3pLm_mF6X1b/view

ISBN 978-987-47159-9-9

HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES COMO AUXILIARES DIDÁCTICOS EN QUÍMICA MEDICINAL: ANÁLISIS DE COMPLEJOS ENZIMA-LIGANDO

Gabriel Jasinski

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB-UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
gabrieljasinski@gmail.com

M. Florencia Martini

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB-UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Albertina G. Moglioni

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB-UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Resumen

El estudio de los mecanismos moleculares subyacentes a los fenómenos biológicos tales como la interacción entre enzimas y ligandos representa un notable desafío para los alumnos de carreras como Farmacia y Bioquímica, dado el nivel de abstracción que se requiere para su abordaje. En este contexto, la aplicación de herramientas informáticas permite a los alumnos no solo la visualización tridimensional del modo de acoplamiento molecular entre estructuras moleculares sino también la identificación de los componentes fisicoquímicos de las interacciones, facilitando la didáctica asociada a la enseñanza de estos temas. En este trabajo se describe una estrategia de aplicación combinada de utilización de bases de datos cristalográficos (RCSB PDB) y uso de programas de docking molecular (AutoDock Vina) y de análisis de complejos enzima-ligando (PLIP, LigPlot+) en el desarrollo de un *case study* utilizado como disparador en un curso de Química Medicinal.

Palabras clave: *docking; análisis de complejos; LigPlot; modelado molecular; Química Medicinal*

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto del desarrollo de asignaturas relacionadas con la Química en la educación superior, el abordaje de temas como el estudio de propiedades fisicoquímicas de la materia y sus interacciones desde una perspectiva microscópica (escala atomística) supone un verdadero desafío, ya que requiere del uso de elevados niveles de abstracción y la capacidad de considerar las consecuencias de estas interacciones tanto a nivel macroscópico como (sub)microscópico (Johnston, 1991). En particular, fallas en la adquisición de conceptos clave relativos a fuerzas de interacción intermolecular y energías de enlace pueden llevar a serios errores que pueden dificultar significativamente el abordaje racional de una amplia diversidad de procesos químicos. Por este motivo, resulta de fundamental importancia disponer de herramientas didácticas que faciliten la representación de conceptos con elevado componente abstracto en términos visuales sencillos aplicados a casos concretos. En este contexto, la aplicación de herramientas informáticas interactivas para la visualización de estructuras tridimensionales representa una valiosa alternativa.

En línea con lo anterior, el estudio de las interacciones intermoleculares que tienen lugar en complejos enzima-ligando o receptor-ligando representa un caso típico donde resulta clave que los alumnos dispongan de una clara conceptualización de los componentes fisicoquímicos de las interacciones en un contexto tridimensional. Por este motivo, en el curso de Química Medicinal de la carrera de Farmacia, hemos incorporado el análisis de complejos entre la enzima transcriptasa reversa (TR) del virus HIV y una serie de inhibidores de tipo

ISBN 978-987-47159-9-9

no-nucleosídico (INNTRs) como ejemplo útil para el estudio de la relación entre la actividad inhibitoria de estos compuestos y las interacciones intermoleculares que estos son capaces de desarrollar sobre la enzima TR.

2. OBJETIVO

Aplicar herramientas informáticas en un caso de estudio (interacción entre una enzima (TR del virus HIV) y una serie de inhibidores (INNTRs)) con el objeto de facilitar la adquisición de conceptos clave para la comprensión del mecanismo de acción de fármacos y de la relación entre la estructura y la actividad para una serie de compuestos estudiados.

3. METODOLOGÍA Y RESULTADOS ESPERADOS

La propuesta didáctica se desarrolla a través de la aplicación de una secuencia de pasos descripta en la FIGURA 1, correspondiente a uno de los trabajos prácticos que forman parte del curso de Química Medicinal. El procedimiento se inicia con la obtención de la estructura de la enzima TR depositada en la base de datos RCSB PDB (Berman, et al., 2000) (PDB ID: 2B6A) y la estructura tridimensional correspondiente a una serie de 10 ligandos de tipo INNTR tomados de la literatura y provistos por el docente junto a los datos de actividad inhibitoria asociados a cada uno de ellos.

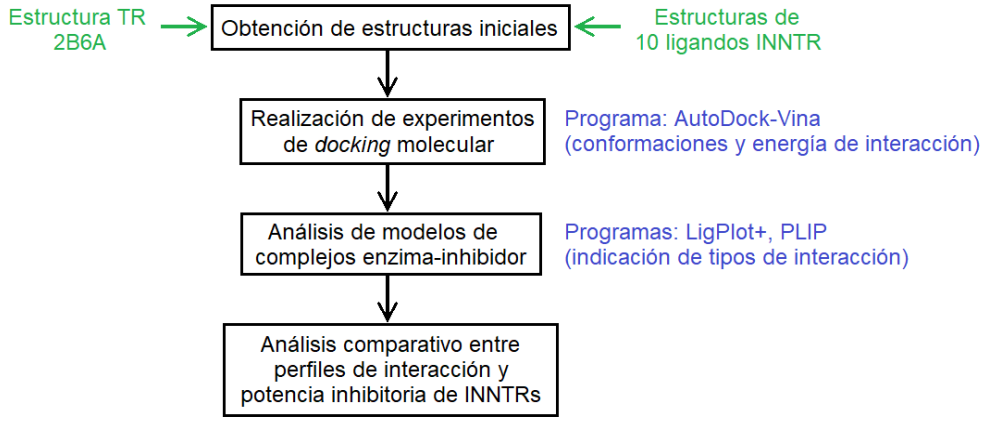


FIGURA 1. *Esquema del protocolo correspondiente a la propuesta didáctica.*

A partir de las estructuras antes indicadas se realizan experimentos de *docking* molecular mediante el programa AutDock Vina 1.2 (Eberhardt, Santos-Martins, Tillack, & Forli, 2021) , dando lugar a modelos computacionales de interacción TR-INNTR (cuyas estructuras se comparan con las estructuras cristalográficas correspondientes a los mismos complejos, en los casos que correspondan, a los fines de validar los modelos obtenidos). Al finalizar estos experimentos, se obtiene un valor estimado de energía libre de unión (ΔG_{dock}), el cual se asocia con la energía involucrada en la interacción entre ambas especies. La estructura de cada complejo es luego analizada mediante el uso de los programas LigPlot+ 2.2.9 (Laskowski & Swindells, 2011) y PLIP 2021 (Melissa F Adasme, Kaiser, Haupt, & Schroeder, 2021), los cuales permiten obtener información acerca de los tipos de interacción intermolecular involucrados en los complejos (incluyendo interacciones por puente de hidrógeno, hidrofóbicas, π-*stacking*, π-catión, iónicas y de coordinación con metales) representados en diagramas bidimensionales (LigPlot+) e imágenes 3D interactivas/rotables de fácil interpretación (FIGURA 2).

ISBN 978-987-47159-9-9

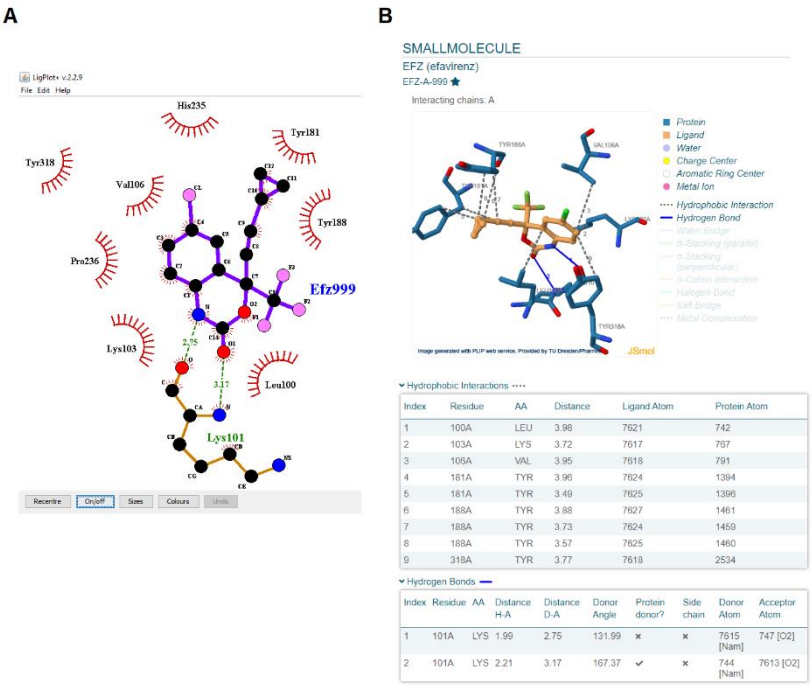


FIGURA 2. *Ejemplos de resultados de análisis de modelos de complejos TR-INNTR. A. Resultados obtenidos mediante el uso de LigPlot+. B. Resultados obtenidos mediante el uso de PLIP 2021.*

Una vez disponible la información correspondiente a los resultados del análisis de los complejos, los alumnos realizan un análisis de correlación entre los valores de actividad de cada compuesto INNTR y el valor de energía libre de unión (ΔG_{dock}), y esto se compara con el patrón de interacciones intermoleculares asociado a cada compuesto (entendiéndose por "patrón de interacción" a la descripción de la interacción en términos de la identificación de los residuos de la enzima TR que entran en contacto con el ligando y de los tipos de interacciones involucradas -por ejemplo, puentes de hidrógeno o hidrofóbicas-). En este contexto, se espera que los alumnos sean capaces de evaluar los patrones de interacción en consonancia con los resultados del estudio de correlación entre valores de ΔG_{dock} y valores de actividad biológica.

4. CONCLUSIONES

El abordaje propuesto en este trabajo para la enseñanza de conceptos con elevado contenido abstracto como los relacionados con el análisis de las interacciones intermoleculares en el contexto de la formación de complejos enzima-ligando, puede representar una alternativa didáctica útil y efectiva. Su aplicación se basa en información estructural y programas accesibles en forma gratuita, representando una propuesta de bajo costo de implementación, capaz de ofrecer una representación clara y sencilla de conceptos complejos, difíciles de visualizar sin el uso de herramientas informáticas como las propuestas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berman, H. M., Westbrook, J., Feng, Z., Gilliland, G., Bhat, T. N., Weissig, H., Shindyalov, I. N., Bourne, P. E. (2000). The Protein Data Bank, *Nucleic Acids Research*, *28*(1), 235–242. https://doi.org/10.1093/nar/28.1.235

Eberhardt, J., Santos-Martins, D., Tillack, A., & Forli, S. (2021). AutoDock Vina 1.2.0: New Docking Methods, Expanded Force Field, and Python Bindings. *Journal of Chemical Information and Modeling, 61*(8), 3891-3898. https://doi.org/10.1021/acs.jcim.1c00203

Johnston, A. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what it seem. *Journal of Computer Assisted Learning, 7*(2), 75-83. https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x

Laskowski, R., & Swindells, M. (2011). LigPlot+: multiple ligand-protein interaction diagrams for drug discovery. *Journal of Chemical Information and Modeling, 51*(10), 2778-2786. https://doi.org/10.1021/ci200227u

Melissa F Adasme, K. L., Kaiser, F. S., Haupt, J., & Schroeder, M. (2021). PLIP 2021: expanding the scope of the protein–ligand interaction profiler to DNA and RNA. *Nucleic Acids Research, 49*(W1), W530-W534. https://doi.org/10.1093/nar/gkab294

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1lC116Av6Ov-k9rTyl66ncN_ng5pe-F_3/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.55

TARJETAS DIDÁCTICAS DE HEMIRREACCIONES PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS SOBRE REACCIONES REDOX

Dina Judith Carp

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
dinacarp@yahoo.com.ar

Marcela Andrea Rohr

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
marce_r77@yahoo.com

Daniel Alejandro García

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
garciadanielalejandro802@gmail.com

Victoria Kleinjan

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
kleinjanvictoria@gmail.com

Christian Bessoni

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
christianbessoni2@gmail.com

Resumen

En la asignatura Química General e Inorgánica, hace muchos años que algunos de los trabajos prácticos experimentales de laboratorio han sido modificados a una modalidad de "laboratorio sin receta de cocina". Para el tema "electroquímica" una de las actividades desarrolladas es proponer reacciones que luego realizarán experimentalmente en el laboratorio, usando reactivos de un listado provisto por la cátedra. Deben escribir correctamente las reacciones y predecir si serán espontáneas o no en condiciones estándares, para luego verificar las suposiciones realizadas. Esto conlleva la comprensión de muchos conceptos que inicialmente les generan confusión. Durante el transcurso de los años, encontramos grandes dificultades de los estudiantes en el armado de las reacciones, su escritura y cálculo de potenciales, surgiendo la necesidad de crear alguna herramienta didáctica facilitadora del proceso. Se presentan en este trabajo tarjetas didácticas especialmente diseñadas para orientar la elaboración de las propuestas de reacciones que se realizarán en el laboratorio y su correcta escritura. También permiten la adecuada determinación de los potenciales de redox en condiciones estándar y predecir la factibilidad de las mismas. El diseño de las mismas se ha ido modificando, a partir de la retroalimentación con la interacción con los estudiantes.

Palabras clave: *reacciones redox; potenciales de reducción; tarjetas didácticas; predicción de espontaneidad; hemirreacciones.*

1. FUNDAMENTACIÓN

La comprensión de los fenómenos de óxido - reducción permiten entender muchos fenómenos de la vida cotidiana y el funcionamiento de diversos desarrollos tecnológicos: procesos de combustión, metalúrgicos, corrosión, funcionamiento de pilas y baterías, electrólisis, reacciones orgánicas y metabólicas, entre otras. Para que los términos oxidación, reducción, reacciones redox puedan ser comprendidos exitosamente, es importante

ISBN 978-987-47159-9-9

integrar en las explicaciones los conceptos erróneos más frecuentes explicitando las carencias de los mismos e incorporar la evolución histórica particular de algunos conceptos, como la "transferencia de oxígeno" a "transferencia de electrones" (Barke, 2012).

En la comprensión del tema de reacciones redox, Galagovsky y Pérgola (2018) analizan posibles fallas de comunicación entre expertos y novatos provenientes de modelos teóricos y/o códigos no explicitados, y la complejidad que emerge en la interrelación del lenguaje verbal, de fórmulas químicas y del lenguaje gráfico. Galagovsky y col. (2014) ejemplifican dificultades conceptuales que subyacen a diferentes opciones de escritura simbólica de una misma reacción química, con diferencias de formato. Los autores señalan que la presencia de lenguajes específicos, llenos de códigos, pueden generar obstáculos de aprendizaje en los estudiantes. En la química, se articulan permanentemente descripciones a nivel macroscópico expresadas mediante lenguaje verbal y visual, gráfico, con explicaciones que las interpretan en un nivel simbólico y un lenguaje formal que utiliza fórmulas químicas, utilizándose complementariamente distintos lenguajes, con códigos y formatos sintácticos convencionales y consensuados (Galagovsky y col., 2003). En la comprensión de un tema, se establece movilidad entre los diferentes niveles representacionales, que muchas veces resultan difíciles de articular. La práctica de laboratorio acerca al estudiante a la descripción macroscópica, pero su expresión en lenguaje simbólico implica la comprensión de muchos conceptos que debe ser incorporados.

Hace varios años hemos implementado en la asignatura, realizar algunos trabajos prácticos "sin receta de cocina". En particular, en el trabajo práctico de reacciones redox, los estudiantes realizan reacciones a elección con reactivos disponibles (Carp y col., 2015). Por cuestiones de seguridad principalmente, los estudiantes no pueden entrar al laboratorio con desconocimiento de lo que van a realizar, por lo cual deben traer las reacciones que van a realizar escritas previamente. La comprensión del tema debe ser acompañada con diversas estrategias didácticas para una correcta escritura de dichas reacciones.

2. OBJETIVOS

El objetivo del trabajo fue desarrollar tarjetas didácticas con información sobre hemirreacciones de oxidación y reducción que facilitaran la comprensión de conceptos, la escritura adecuada de una reacción redox y la predicción de su espontaneidad o no en condiciones estándares.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

En la asignatura Química General e Inorgánica (de las carreras de Ingeniería Civil, Eléctrica, Mecánica, Petróleo y Electrónica), de la Universidad Nacional del Comahue, hace muchos años que algunos de los trabajos prácticos experimentales de laboratorio (en cada "entrada al laboratorio" asisten entre 30 y 40 estudiantes) han sido modificados a una modalidad de "laboratorio sin receta de cocina". Para el tema "electroquímica" una de las actividades desarrolladas es proponer reacciones que luego realizarán experimentalmente en el laboratorio, usando reactivos de un listado provisto por la cátedra. Deben escribir correctamente las reacciones y predecir si serán espontáneas o no en condiciones estándares, para luego verificar las suposiciones realizadas. Esto conlleva la comprensión de muchos conceptos que inicialmente les generan confusión. Ante las dificultades observadas en el armado de las reacciones, implementamos el uso de tarjetas didácticas con información pertinente. El diseño de las mismas se ha ido modificando durante el transcurso de los años. La metodología de investigación-acción es un proceso que permite un re-direccionamiento constante de las prácticas docentes gracias al análisis reflexivo de las consecuencias que genera (Suárez Pazos, 2002). A partir de la retroalimentación con la interacción con los estudiantes, en ciclos de investigación – acción, nuevas tarjetas se fueron diseñando.

4. RESULTADOS

El desarrollo curricular de la unidad de electroquímica comienza con una clase inicial donde se presentan los conceptos teóricos relacionados con los procesos de oxidación y reducción, abordados simultáneamente en los tres niveles de interpretación: macroscópico (acompañando con fotografías de

ISBN 978-987-47159-9-9

experimentos o realizándose una experiencia demostrativa en clase), atómico – molecular (usando animaciones) y simbólico. Esta dinámica es acorde a las propuestas de Barke (2012) quien recomienda que, si las explicaciones comienzan con el nivel macroscópico y luego se explica en lenguaje simbólico y molecular, los estudiantes aprenderán de forma más exitosa. Se ejemplifica con el estudio de diferentes reacciones. Posteriormente se les propone a los estudiantes que, a partir de una lista reactivos, que son los que estarán disponibles en el laboratorio, propongan reacciones, y predigan si las mismas serán posibles o no en condiciones estándares, previamente a asistir al laboratorio. Para ello disponen de un listado de los reactivos que tendrán disponibles en la mesada. Para cada reacción realizada, luego de elegir el par de sustancias que se usarán como reactivos, los alumnos deben escribir la reacción que supuestamente sucederá y determinar su diferencia de potencial estándar. Luego realizan la reacción y comparan los resultados experimentales con los teóricos.

Diversos aspectos emergen como dificultades en el armado y la escritura de las ecuaciones: identificar la cantidad de electrones que participan, escribir las moléculas como tales (no separarlas en átomos, por ejemplo en los gases diatómicos participa el H_2 y no poner H), no separar los iones poliatómicos en los elementos (por ejemplo el anión permanganato escribirlo MnO_4^- y no escribir Mn^{+7}), balancear las hemirreacciones y usar H_2O, H^+ u OH^- cuando son necesarios, diferenciar cuando una especie se oxida y cuando se reduce. Poder predecir la espontaneidad de las reacciones propuestas mediante el cálculo de la diferencia de potencial genera una dificultad adicional, pues confunden potenciales de oxidación y de reducción, que signo corresponde al potencial de la hemirreacción y cuando se deben sumar o restar dichos potenciales. Surge entonces la necesidad de crear alguna herramienta didáctica facilitadora del proceso.

Se diseñaron tarjetas para facilitar y orientar la elaboración de las propuestas de reacciones que se realizarían en el laboratorio y su correcta escritura. También permiten la adecuada determinación de los potenciales de redox en condiciones estándar y predecir la factibilidad de las mismas. Cuando las observaciones no coinciden con lo predicho, se comparan las condiciones experimentales con las condiciones estándares.

En la FIGURA 1 se pueden observar los primeros diseños de tarjetas, donde se intentaba hacer énfasis en la diferenciación del proceso de oxidación y de reducción, y en los valores de los potenciales con igual módulo, pero diferente signo en ambos procesos. Un sistema de solapas usado inicialmente, resultó confuso.

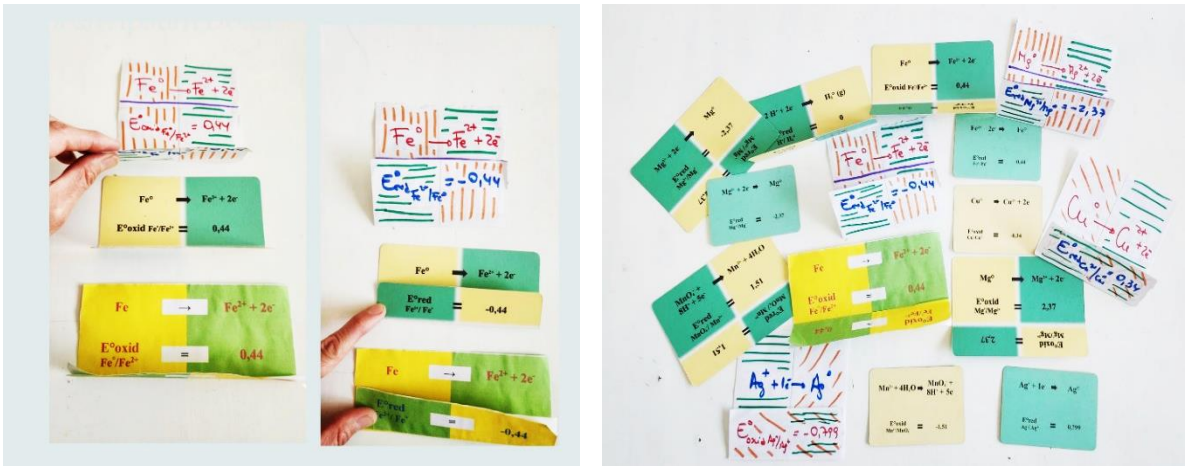


FIGURA 1. *Primeros diseños de tarjetas redox.*

Las tarjetas posteriores de colores diferentes en ambos lados (amarillas del lado de la oxidación y verdes del lado de la reducción), aunque fueron más claras para algunos, fueron modificadas por sugerencia de estudiantes con dificultades visuales y algunos con condición de autismo, a la versión que usamos actualmente (FIGURA 2, tarjetas de fondo blanco).

Las modificaciones se fueron haciendo en el transcurso de varios años, teniendo en consideración la superación o la continuidad en las dificultades observadas, y las devoluciones a encuestas realizadas sobre la opinión de los estudiantes sobre el uso de las tarjetas.

ISBN 978-987-47159-9-9

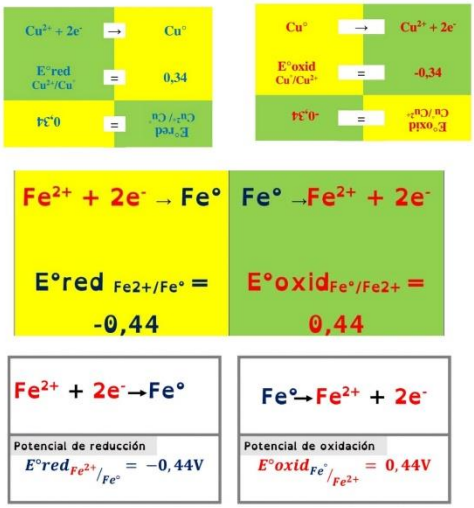


FIGURA 2. *Diferentes diseños de tarjetas redox.*

Cuando se encuestaron a los estudiantes respecto a su uso manifestaron que las mismas le permitieron una mejor comprensión en la escritura de las hemirreacciones, entender conceptos de potenciales de oxidación y reducción y la determinación de diferencias de potencial para una reacción. Resaltaron que las tarjetas les resultaban útiles, que les facilitaban la realización de la actividad, incluso propusieron actividades lúdicas que derivaron en una mayor comprensión del significado de los potenciales. Al organizar las tarjetas en órdenes crecientes (o decrecientes) de potenciales y proponer reacciones con un mismo reactivo que serían espontáneas o no, o comparando 2 reactivos respecto a un tercero, mirando el ordenamiento realizado, pudieron incluso empezar a encontrar explicación a situaciones cotidianas (por ejemplo, la oxidación o no de determinados materiales). Algunos comentarios de los estudiantes: “Las tarjetas me permitieron entender la notación de una hemirreacción, así como identificar el potencial estándar de manera más sencilla que la tabla de "potencial estándar de electrodo (reducción)" que se encontraba en las diapositivas de la teoría de Electroquímica, al menos a la hora de determinar el signo positivo o negativo de su valor”; “Me fueron de gran utilidad a la hora de formar y escribir las reacciones. Es una manera didáctica de abordar el tema y consolidar conceptos. ¡Muy útiles y lindas!”; “Me pareció muy útil y didáctico el uso de tarjetas, ya que ayudó mucho al momento de realizar la actividad”.

5. CONCLUSIONES

El uso de las tarjetas facilitó la visualización y mostró mejoras en la redacción de las reacciones y el cálculo de los potenciales, en la etapa previa al ingreso al laboratorio. Las propuestas de tarjetas redox fueron modificándose durante el transcurso de los años, y la última versión fue considerara por los alumnos superadora con respecto a las anteriores. La interacción con los estudiantes, en relación, no sólo a su desempeño en la actividad propuesta, sino también respecto a la evaluación que hacían sobre el material desarrollado para facilitar la construcción de las reacciones, fue fundamental. Las tarjetas permitieron una mejor visualización del proceso de oxidación y de reducción, del rol de los electrones y la transferencia de los mismos, de la necesidad de usar agua y medio ácido (o básico) en algunas ocasiones para balancear las hemirreacciones, del significado y los valores de los potenciales, y de la simbología y forma de escritura relacionada con el proceso. El material didáctico no sólo influye en el estudiante, sino que modifica positivamente el discurso del docente, siendo más específico y claro. El material didáctico facilitó la explicación brindada, cuando el abordaje de la lectura e interpretación de las tablas de potenciales de reducción se dificulta en los comienzos del aprendizaje del tema. Las tarjetas acotan y ordenan la información, permitiendo una mejor organización mental de los conceptos.

ISBN 978-987-47159-9-9

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barke, H.D. (2012). *Two Ideas of the Redox Reaction: Misconceptions and their Challenge in Chemistry Education*. African Journal of Chemical Education *2*(2), 32–50.

Carp, D.J.; Chiacchiarini, P. A. & Garcia, D. (2015). *Laboratorio sin receta de cocina en cursos masivos*. Editorial Académica Española. LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG

Galagovsky, L., Bekerman, D. y Di Giacomo, M., A., (2014) Enseñanza de la química: lenguajes expertos como obstáculos de aprendizaje en *Avances en Didáctica de la Química: Modelos y lenguajes.* (A. Adúriz-Bravo, C. Merino, & M. Arellano, Eds.) (Ediciones). Valparaíso.

Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., & Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de Las Ciencias*, *21*(1), 107–121.

Galagovsky, L., & Pérgola, M. (2018). Reacciones Redox: Reflexiones didácticas sobre complejos modelos teóricos subyacentes. In *IV Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (Vol. 24). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337171867_Reacciones_Redox_Reflexiones_didacticas_sobre_complejos_modelos_teoricos_subyacentes/

Suárez Pazos, M. (2002) Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en educación, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 1*(1), p 40-56.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1N2smUBsU6nonNQ4jnMlaf-Fv3VoWu7r1/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 1: Enseñanza, aprendizaje y evaluación de temas de Química – B1.56

MODELOS DIDÁCTICOS PARA LA EXPRESIÓN DE LA EXPLICACIÓN EN QUÍMICA

Verónica M. Relling

Grupo de Investigación en Educación Química (GIEQ), Facultad Ciencia Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR), Rosario, Santa Fe, Argentina.
vrelling@fceia.unr.edu.ar

M. Eugenia Disetti

Grupo de Investigación en Educación Química (GIEQ), Facultad Ciencia Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR), Rosario, Santa Fe, Argentina.

Gerardo Camí

Grupo de Investigación en Educación Química (GIEQ), Facultad Ciencia Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR), Rosario, Santa Fe, Argentina.

Cristina S. Rodríguez

Grupo de Investigación en Educación Química (GIEQ), Facultad Ciencia Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR), Rosario, Santa Fe, Argentina.

Resumen

Como producto de investigaciones desde 2010, hemos detectado que los estudiantes que aprenden química y, al mismo tiempo, cómo expresar lo que aprenden, producen explicaciones de calidad y justifican teóricamente los procedimientos que operan en la resolución de problemas numéricos. En textos justificativos utilizan como pruebas para validar sus resultados los aprendizajes en actividades experimentales y en argumentos utilizan contraejemplos surgidos de la práctica experimental. La calidad proviene de la cantidad de componentes válidos que poseen las respuestas a preguntas con selección de una entre múltiples opciones. En ellas, se pueden distinguir niveles: macroscópico (datos, conclusión, justificación, pruebas); simbólico de fenómenos y estructuras; submicroscópico en justificaciones y fundamento teórico científico. Si bien ingresan 350 estudiantes, durante las 16 semanas el desgranamiento es muy importante. Termina y acredita la asignatura un 30%. Son los estudiantes que muestran alto nivel de logro ya que, interpretan la consigna, modelizan a través del nivel simbólico los fenómenos y las estructuras y arriban a conclusiones fundamentadas con explicaciones científicas. En esta oportunidad se argumentan los motivos de esta enseñanza conjunta y simultánea, se muestran modelos didácticos facilitadores de la estructura de los textos, enunciados y respuestas.

Palabras clave: *justificar; argumentar; escritura de textos científicos; resolución de problemas; modelos didácticos.*

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos años, el marco conceptual de la enseñanza de Química en las ingenierías no químicas de la Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la UNR, perdura y se fortalece con las investigaciones del Grupo de Educación Química (GIEQ).

La notoria debilidad que se advierte en los estudiantes a la hora de expresar en forma escrita y oral sus explicaciones apelando a los tres niveles de la química, a saber, macroscópico, simbólico y submicroscópico es un hecho innegable y recurrente, cada inicio de un nuevo cuatrimestre.

Durante los primeros años del XXI el contenido armado en aula se presentaba como un discurso explicativo, con las justificaciones y argumentaciones pertinentes a los objetos de conocimiento de la química, con la intención de desarrollar la compresión conceptual, mejorar el razonamiento, y mostrar cómo los tres de

ISBN 978-987-47159-9-9

niveles de la química están organizados en una red de relaciones semánticas, que permiten comprender el *porqué* de lo que se ve y se toca.

Sin embargo, los estudiantes no lograban apropiarse del contenido, produciéndose un notorio deterioro en sus actitudes hacia el estudio y en el desempeño ya que, en las evaluaciones las respuestas carecen de los componentes de una ***explicación científica*** (Klimovsky 1997)

Ante este panorama los docentes se preguntan ¿Qué debería ser un texto explicativo? ¿Se puede considerar como un texto justificativo o argumentativo? ¿Qué debe contener para que sea convincente, pertinente, coherente? ¿podría dar cuenta que el estudiante ha logrado el aprendizaje y ha alcanzado los estándares de acreditación de la asignatura?

Las modificaciones realizadas posteriores, producto de las investigaciones del GIEQ, llevan a considerar como contenido a enseñar, habilidades cognitivo-lingüística, justificar y argumentar, donde los tres niveles de la química se organicen de una manera lógica, coherente y válida. El nuevo contenido se desarrolla en forma simultánea con las teorías de la química y en cada una de las instancias de aprendizaje (clase expositiva teórica, clase de resolución de problemas y clase experimental). Es sumamente importante la enseñanza explicita del significado que los docentes de química le otorgan a ***explicar en química***.

Es decir, estas habilidades, así como también describir, definir, informar, forman parte de los objetos de conocimiento a enseñar, como así lo recomienda el CONFEDI (2014) en su listado de competencias y capacidades. Es por ello, y también, por las debilidades encontradas, que desde hace unos años se consideran a las habilidades nombradas, un contenido transversal que se explicita y se promueve en cada instancia de aprendizaje.

Sin embargo, es insuficiente promover la escritura de textos justificativos o argumentativos en favor o en contra de enunciados teóricos, si se omite la enseñanza de la estructura de dichos textos. Basados en el Modelo Argumental De Toulmin (Sardà y Sanmartì 2000) se les presentan a los estudiantes en el aula y en la bibliografía, textos argumentativos de referencia (Pliego y Rodríguez 2012).

Se debe considerar que para el armado de los textos tres son los componentes fundamentales: datos y conclusión y una justificación que le otorgue validez a los datos para arribar a la conclusión. La dificultad más notoria en los estudiantes es la escritura de los datos del problema o del enunciado a valorar como correcto o incorrecto. Para suplir esta dificultad se enseña en el aula a detectar los datos, que bien pueden ser numéricos o conceptuales o procedimentales. Luego se explicita por qué los datos son los que permiten llegar a la conclusión. Cuando se arma esta estructura, el fundamento que sostiene a la justificación se encuentra en las teorías de la química.

La escritura de textos que justifique una propiedad, que argumente la elección de una entre varias opciones, no solo es expresada en preguntas en donde se solicita de un argumento o una justificación, sino que se han visto en la resolución de problemas numéricos.

Por ello en esta presentación se expresa la razón de la pertinencia y la importancia de enseñar a hablar, escribir y leer; como así también se muestran modelos didácticos (Pliego y Rodríguez 2012) para la comprensión de propiedades, de enunciados y para la expresión de la explicación en química.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aprender y saber comunicar

El aprender no siempre lleva a comunicar con efectividad eso que se sabe. El estudiante sabe, pero muchas veces no lo sabe expresar, sin embargo, no se incentiva al alumno a que se esfuerce para hacerlo de manera que todos entiendan lo que está pensando.

Una de las maneras para que los estudiantes hagan públicos sus procesos cognitivos, para que se apropien de las prácticas y la cultura científicas; para que desarrollen criterios razonados y un lenguaje científico tanto oral como escrito, es permitir que participen en prácticas discursivas y aprendan a elaborar textos científicos descriptivo, informativos justificativos y argumentativos. Cuando el estudiante justifica la resolución de problemas numéricos sin que se le solicite tal justificación, cuando expresa cómo evalúa diferentes opciones alternativas y argumenta la elección o, cuando argumenta el resultado de una comparación, hace explícito su proceso de razonamiento. Estas habilidades deben ser enseñadas y entrenadas en el aula pues, es la manera

ISBN 978-987-47159-9-9

para que el propio estudiante autorregule su aprendizaje y mejore la comunicación (Bargallo, 2005); (Sardà y Sanmartí, 2000);

2.2. Justificar y argumentar

> La justificación y la argumentación son conceptos distintos, aunque próximos. La finalidad de la argumentación es defender una opción frente a las otras y convencer al receptor de la superioridad de la tesis defendida. Para ello, hay que producir razones o argumentos con el fin de modificar el valor epistémico desde el punto de vista del destinatario.
> En cambio, el fin de la justificación es diferente. … basado en la propuesta de Jorba, Gómez y Prat (1998): justificar es producir razones o argumentos, establecer relaciones entre ellos y examinar su aceptabilidad con el fin de modificar el valor epistémico de la tesis en relación con el corpus de conocimiento en el que se incluyen los contenidos objeto de la tesis. (Custodio, Márquez, & Sanmartì, 2015, p. 135)

La enseñanza de estas habilidades junto a definir, describir, explicar, desarrollan habilidades cognitivas como: observar, clasificar, comparar, identificar, seleccionar, generalizar, interpretar, inferir, deducir transferir, como así también Influyen en la construcción del conocimiento científico y favorecen la escritura de textos descriptivo, narrativo, explicativo, instructivo y argumentativo, permitiendo construir explicaciones, aplicar modelos y comprender ideas. Para Henao Sierra y Stipcich (2008) "una mejora en las competencias comunicativas se corresponde con un aprendizaje de mayor calidad" (p 48).

3. MODELOS DIDÁCTICOS

3.1. *Modelo para deducir el nombre las partículas constitutivas "PC" y las fuerza entre ellas de sustancias simples y compuestas binarias.*

La FIGURA 1 muestra el modelo deductivo según la cantidad y el tipo de elementos de la fórmula química que constituyen la sustancia.

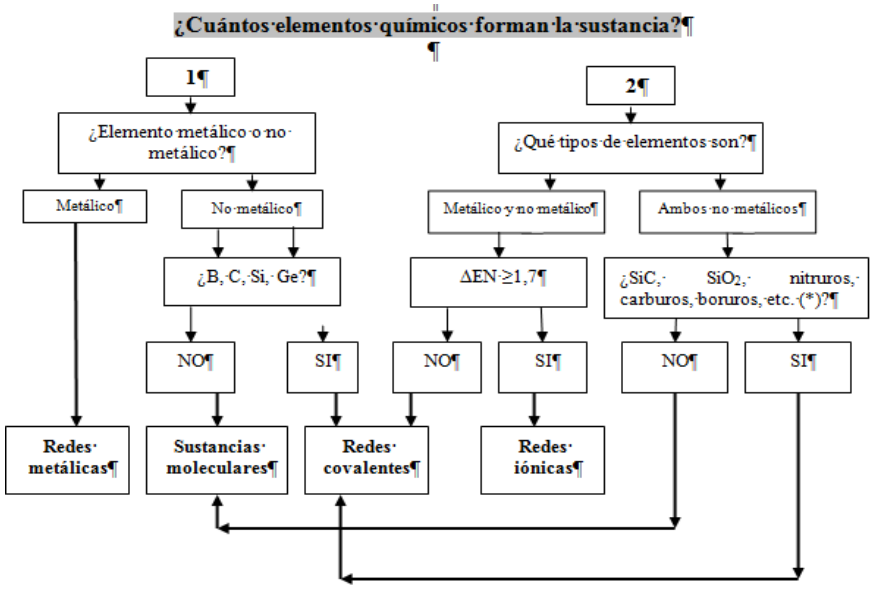


FIGURA 1. *Modelo deductivo según la cantidad y el tipo de elementos de la fórmula química que constituyen la sustancia.*

Los significados implicados: elemento; sustancia; partícula subatómica y constitutiva; átomo; catión y anión; catión core; molécula; fuerzas atractivas primarias (enlaces); fuerzas atractivas secundarias (intermoleculares: dipolo instantáneo – dipolo inducido; dipolo -dipolo; puente hidrógeno)

Es un modelo muy acotado, solo para determinar la composición de algunas sustancias.

ISBN 978-987-47159-9-9

La TABLA I complementa la información con tipos de sustancias y ejemplos.

TABLA I. *Partículas constitutivas, fuerzas atractivas y tipo de sustancia*

Tipos de elementos a enlazar	***Partículas constitutivas de las sustancias***	***Nombre de la fuerza primaria***	***Tipos de sólidos***	***Ejemplos de sustancias***
Metálico (1 solo elemento)	CATIÓN CORE del átomo metálico	Enlace METÁLICO	CRISTAL METÁLICO	Fe(s) Todos los metales, y aleaciones metálicas
Metálico –No Metálico (2 elementos) con átomos que presenten dif. EN > o = a 1,7	CATIÓN del átomo metálico y ANIÓN del átomo no metálico	Enlace IÓNICO	CRISTAL IÓNICO	Al_3O_2((s) Binarios Óxidos (básicos) (anfóteros) y sales. Ternarios: Hidróxidos y sales
Metálico –No Metálico (2 elementos) con átomos que presenten dif. EN < 1,7	ÁTOMOS de cada elemento	Enlace COVALENTE	CRISTAL ATÓMICO	GaAs (s) , CdSe (s), ZnSe (s),InSb(s), CdTe(s), TiC(s)
No Metálico –No Metálico (1 elemento o 2 elementos)	ÁTOMOS de cada elemento	Enlace COVALENTE	CRISTAL ATÓMICO	B (s), C(s) (grafito y diamante), Si(s), Ge(s), SiO_2(s), SiC(s), BN

Este material (FIGURA 1 y TABLA I) se considera recurso fundamental que debe estar presente en el conjunto de datos del apéndice que los estudiantes poseen en las evaluaciones.

3.2.- Modelo corpuscular y energético MCE

Para construir textos justificativos de propiedades físicas de las sustancias, se utiliza MCE FIGURA 2.

Aspecto corpuscular: separación de partículas constitutivas o agregación de partículas. Endotérmicos y exotérmicos.
Aspecto energético involucrado en fenómenos endotérmicos: La separación de partículas implica entregar energía para cambiar de estado. La intensidad depende de las fuerzas atractivas involucradas entre las partículas constitutivas.
Aspecto energético del entorno o ambiente: La energía disponible de los sistemas es o no suficiente para que se produzcan los cambios de estado.
1.- las sustancias están formadas por partículas constitutivas "PC" y entre ellas, existe vacío.
2.- entre las "PC" existen fuerzas de atracción y de repulsión.
3.- fuerzas de atracción entre las partículas constitutivas pueden ser intensas (enlaces) o débiles (intermoleculares).
4.- para separar partículas constitutivas se deben vencer las fuerzas de atracción que existen entre ellas.
5.- la energía que se debe ingresar dependerá de la intensidad de la atracción ALTA O BAJA.
6.- cuando las fuerzas atractivas son fuerzas primarias, la energía térmica que tienen los sistemas a la temperatura ambiente será insuficiente para separar las partículas constitutivas; para lograrlo se deberá ingresar energía térmica la que, en parte, se ocupará de la separación y el resto en elevar la temperatura. Serán sólidos a temperatura ambiente y tendrán por lo general, altas temperaturas de cambio de estado.
7.- cuando las fuerzas atractivas son secundarias, en muchos casos la energía térmica que tienen los sistemas a la temperatura ambiente, será suficiente para separar las partículas. En estos casos, por lo general las temperaturas de cambio de estado son bajas y las sustancias puede presentarse en los tres estados.

FIGURA 2. *Consideraciones para emplear el MCE*

3.3.- Modelo Argumental de Toulmin MAT

Se aplica con las consideraciones presentes en la Figura 3

DATOS: constituyen la afirmación sobre la cual se basa el texto argumentativo y orientan desde el primer momento el paso a la conclusión. Datos de tablas. Identificación de sustancias. Clasificación de sustancias
Estados físicos de la materia. Fenómenos físicos. Propiedades, definiciones.
JUSTIFICACIÓN: es la razón principal del texto que permite la conexión datos – conclusión. Aspecto energético involucrado en los fenómenos.
CONCLUSIÓN: la tesis que se establece. Categórica cuando no hay refutadores, excepciones.
FUNDAMENTOS: es el conocimiento básico, de carácter teórico, que permite asegurar la justificación. Objetos no observables, modelos teóricos de la química.
REFUTADORES: señalan las excepciones. La conclusión no es categórica. Se agregan CALIFICADORES MODALES (probablemente) que modifica la fuerza que la justificación confiere a la argumentación.
PRUEBAS: pueden ser resultados de la actividad experimental.

FIGURA 3. *Consideraciones para emplear el MAT*

ISBN 978-987-47159-9-9

4. PROBLEMAS EVALUADOS EN LA ACREDITACIÓN

4.1. Enunciados. (Ver ANEXO I)

En la Figura 4 están enunciadas las capacidades pueden evaluarse en la resolución de los problemas.

- Interpretar los términos con los cuales se expresa el enunciado y las consignas.
- Justificar el criterio de selección de los datos.
- Escribir textos argumentativos y/o justificativos.
- Interpretar y representar simbólicamente el fenómeno.
- Caracterizar los componentes de los sistemas explicitando los supuestos.
- Aplicar procedimientos matemáticos de resolución de validez química.
- Tanto los textos argumentativos como justificativos deben presentar fundamentos teóricos.
- El texto argumentativo, debe presentar evidencia y concluir usando o no calificadores modales, según la presencia de refutadores.

FIGURA 4. *Capacidades involucradas en la resolución de los problemas*

4.2. Respuestas: expresión de textos argumentativos y justificativos (Ver ANEXO II)

Analizadas las respuestas escritas en las evaluaciones de acreditación, es posible dividirlas en

Respuestas correctas completas y coherentes: desde lo conceptual y lo lingüístico en las que cada uno de los modelos didácticos y marcos teóricos involucrados son considerados y explicitados.

Respuestas correctas incompletas: *los resultados son correctos y coherentes sin embargo no se consideró algún modelo didáctico o marco conceptual de la química. El desarrollo lingüístico explicación/argumentación/ justificación se intentó, pero no se logró completamente.*

Respuestas sin argumentación: *los resultados/selección son en algunos casos correctos y en otros incorrectos. En estas respuestas no se explicitan los modelos didácticos ni marcos teóricos. Carecen completamente del argumento o la justificación solicitada.*

Respuestas erróneas con errores conceptuales. Estos errores se evidencian en: una mala interpretación del enunciado, en la representación o interpretación del fenómeno, en el empleo de los modelos didácticos, en los textos argumentativos con conceptos incorrectos, o textos incoherentes.

5. CONCLUSIONES

Las capacidades que se adquieren durante el cursado son logradas cuando el estudiante se decide (y puede) trabajar más tiempo de lo que le demandan otras asignaturas. Para ello es necesaria la participación activa en instancias extracurriculares. Solo cuando el estudiante tiene la intención de aprender expresando en forma oral y escrita los que aprende, logra aprendizajes significativos. Muy pocos lo logran, es difícil saberlo, lo que sí se sabe que el 30 % de los estudiantes desarrollan las capacidades que se enseñan explícita e implícitamente. En el desarrollo de la propuesta de enseñanza de química para carreras no químicas el significado de los términos y la enseñanza del lenguaje debe ser prioritario. Pero no menos importante es el rol que asume el docente para que la comunidad estudiantil pueda manifestar con libertad sus pensamientos, sus expectativas y sus sentimientos. Solo así el estudiante se convencerá que es él, el artífice de su propio aprendizaje y de sus logros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bargalló, C. M. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje. *Educar,* 33, 27-38.

CONFEDI. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (2014). Documento sobre Competencias en Ingeniería. Disponible en https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuaderni llo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf CONFEDI (2007)

Custodio Fitó, E., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2015). Aprender a justificar científicamente a partir del estudio del origen de los seres vivos. *Enseñanza De Las Ciencias. Revista De investigación Y Experiencias didácticas*, *33*(2), 133–155. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1316

ISBN 978-987-47159-9-9

Henao Sierra, B. L., & Stipcich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanzas de las Ciencias. 7* (1), 47-62. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen07/ART3_Vol7_N1.pdf

Klimovsky, G. (1997) *Las desventuras del conocimiento científico*. *Una introducción a la epistemología*, Buenos Aires. Argentina. A-Z Editora,

Pliego,O. & Rodríguez, C. (2012). *Introducción a la Química General para Ingenierías y Ciencias Exactas*. Rosario. Argentina. Editorial Magenta

Sardà Jorge, A., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicament: un repte de les classes de ciències. *Enseñanza de las Ciencias*, *18*(3), 405-422. DOI: 10.5565/rev/ensciencias.4028.

ANEXOS

ANEXO I. Enunciados

Enunciado 1: A una plancha de cobre se le graba el diseño de los componentes de un circuito y ese grabado se pinta con indeleble para que no sufra corrosión. El resto del cobre no pintado se disuelve químicamente. Para ello se cuenta con solución de ácido clorhídrico y solución de una sal soluble de hierro. Se coloca en un recipiente la solución adecuada y se calienta. Se sumerge la plancha de cobre grabada y se espera la disolución total del cobre no pintado. Al finalizar todo el procedimiento, además del circuito, queda un residuo líquido que se procederá a electrolizar. **Escriba un texto argumentativo** para cada una de las siguientes consignas:
A.- Con respecto al disolvente: ¿Por qué es habitual un calentamiento previo de la solución adecuada? ¿Con qué criterio selecciona al disolvente?
B.- Con respecto al residuo: b.1 Estime el pH final si se agrega el disolvente en proporción estequiométrica. b.2 Estime el pH final si se agrega un exceso del disolvente.b.3 ¿podrá eliminarse al desagüe pluvial sin tratarse? b.4 ¿Por qué es conveniente electrolizar el residuo?

Enunciado 2: Para el decapado químico de una pieza de cobre, que posee carbonato de Cobre(II), se la sumerge en un volumen de HCl(ac) pH= 1 en un recipiente abierto. Luego del decapado químico la composición final de la solución acuosa del sistema heterogéneo es: pH<7; Cl-(ac); Cu^{2+}(ac); Agua (solvente y producida).
Escriba un texto justificativo para cada una de las siguientes consignas: 2.1 ¿Por qué el sistema final es heterogéneo y de pH < 7? 2.2 ¿La solución final del sistema podría ser neutra? 2.3 Si se usara solución de ácido nítrico de pH=1, ¿cómo quedaría la composición del sistema? ¿en qué condiciones?

Enunciado 3: En el hormigón armado, el hormigón actúa como recubrimiento protector del acero de la armadura frente a la corrosión. Actúa como barrera física, entre el acero y la atmósfera corrosiva. También actúa como barrera química por la presencia de solución de pH 12,5 de hidróxido de calcio disuelto en el "agua intersticial" de los microporos del hormigón. Si el gas CO_2 atmosférico difundiera hacia el interior, reaccionaría con el hidróxido de calcio del cemento produciendo un fenómeno perjudicial llamado carbonatación (reacción de doble desplazamiento entre el gas y la solución alcalina)
3.1 ¿Qué ocurrirá con el pH del hormigón si, por fallas en la estructura, difunden altas cantidades de gas dióxido de carbono al interior del hormigón? 3.2 Si un perfil de hormigón tratado con indicador ácido – base llamado fenolftaleína (datos apéndice), presenta una parte de color fucsia y otra no coloreada significa que la zona no coloreada ¿es defectuosa?

Enunciado 4: Argumente las diferencias de PE (punto de ebullición) y PF (punto de fusión) para los pares.

- Agua- Monosulfuro de dihidrógeno (PE agua= 100 ^{0}C / PE monosulfuro de dihidrógeno= -60 ^{0}C)
- Silicio - Carbono Diamante (PF silicio= 1410 ^{0}C / PF carbono = 3550 ^{0}C)
- 1,2 propanodiol – metil-propano (PE 1,2 propanodiol= 188 ^{0}C / PE metilpropano=-12 ^{0}C)
- Argón – Silicio (PE argón= -186 ^{0}C / PE silicio=2355 ^{0}C)

ISBN 978-987-47159-9-9

ANEXO II. Respuestas(R) al Enunciado 4.

Respuesta CORRECTA COMPLETA Y COHERENTE (RCCC; Respuesta CORRECTA INCOMPLETA (RCI); Respuesta SIN ARGUMENTO (RSA); Respuesta ERRÓNEA (RE);

PAR ARGÓN - SILICIO

R1. *El argón es un gas noble una sustancia molecular cuya fuerza de atracción entre partículas constitutivas es débil, mientras que el silicio es una red covalente sus partículas constitutivas están atraídas por fuerzas primarias (enlace covalente) de allí su marcada diferencia*. **RSA**

R.2. *El argón es una sustancia molecular, las partículas constitutivas son moléculas que están unidas por fuerzas secundarias, por esto la energía del ambiente a temperatura ambiente será suficiente para vencer las fuerzas débiles entre moléculas. Así la sustancia argón será gaseosa a temperatura ambiente*. **RCI**

R.3 *El silicio es una sustancia cuyos átomos están unidos mediante enlace covalente (fuerzas primarias) y será menos volátil que el argón podemos justificar con certeza que el cambio de estado del silicio será a mayor temperatura que para el Argón*. **RE**

R.4. *El argón es una sustancia molecular, las partículas constitutivas son moléculas que están unidas por fuerzas secundarias de London, el silicio es una sustancia atómica cuyos átomos están unidos mediante enlace covalente (fuerzas primarias). La ebullición es un fenómeno en donde hay que entregar energía para se separan las partículas hasta el estado gas, y la energía térmica necesaria para separar moléculas es mucho menor que para separar a todos los átomos. Por eso el PE del silicio es mayor que el PE del argón.* **RCCC**

PAR AGUA - MONOSULFURO DE DIHIGROGENO

R.1. *Al ser el agua una sustancia molecular, sus partículas constitutivas (moléculas) están unidas por fuerzas secundarias débiles. Por este motivo a temperatura ambiente se podrían romper estas fuerzas lo que significa que esta sustancia será líquida o gaseosa en CNPyT y volátil.* **RE**

R.2. *El agua es una sustancia molecular, sus partículas constitutivas (moléculas) están unidas por fuerzas secundarias débiles dipolo- dipolo y puente hidrógeno y el sulfuro de hidrógeno también es molecular sus partículas constitutivas (moléculas) están unidas por fuerzas secundarias débiles dipolo- dipolo. Están más atraídas las del agua. Como en la ebullición se separan las moléculas hasta formar el gas, hace falta más energía para separar a las del agua, por eso la diferencia.* **RCI**

PAR SILICIO – CARBONO DIAMANTE

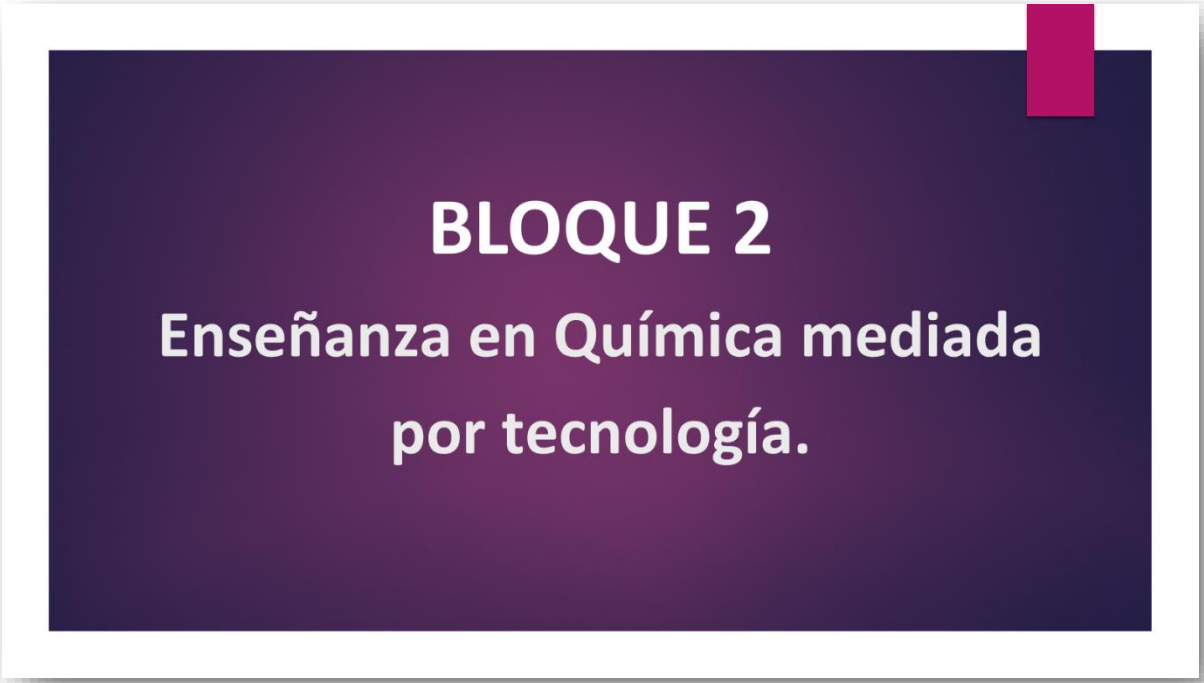
R.1. *Si(s)-C(s) ambas unidas mediante enlaces covalentes. Los enlaces están caracterizados por ser muy intensos y muy difíciles de romper por lo que a temperatura ambiente la energía no será suficiente para romper estos enlaces y ambos serán sólidos a temperatura ambiente. Debido a que el diamante es un compuesto de carbono será mucho más duro que el silicio y menos volátil por lo que el punto de fusión será mucho mayor.* **RE**

R.2. *Carbono y silicio son ambos elementos no metálicos correspondientes al grupo 14. En la fusión de un sólido sus partículas constitutivas se separan hasta alcanzar la distancia típica de un líquido. Ambas sustancias poseen la misma estructura ambas forman redes covalentes. El radio atómico del carbono es menor que el del silicio la fuerza primaria enlace covalente que une sus partículas constitutivas (átomos) es más fuerte entre átomos de menor radio, por lo que probablemente se necesite menor energía qué aportar al sistema para fundir silicio que para fundir carbono. Se necesita aportar energía al sistema ya que a temperatura ambiente es insuficiente para vencer a la fuerza primaria.* ***RCCC***



Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1maInkZsIzePGhDI4lADbB40oOdYqHk1A/view?usp=drive_link

ISBN 978-987-47159-9-9



ISBN 978-987-47159-9-9

INDICE DE TRABAJOS PRESENTADOS EN LA MESA DE DIALOGO DEL BLOQUE 2

• Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0)

Código	Título y autores/as	Página
B2.01	**ANÁLISIS COMPARATIVO DE INTERACCIONES MOLECULARES EN LA HEMOGLOBINA: INTEGRACIÓN DE DATOS EXPERIMENTALES Y PREDICCIONES DE IA. TRABAJO PRÁCTICO.** Camila W. Adarvez-Feresin, Oscar Parravicini, Adriana D. Garro, Ricardo D. Enriz, Fernando Suvire	
	Trabajo completo	325
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	332
B2.02	**INTEGRACIÓN DE ALPHAFOLD 3 EN LA EDUCACIÓN DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA: UN CASO DE ESTUDIO CON CALMODULINA** Camila W. Adarvez-Feresin, Oscar Parravicini, Adriana D. Garro, Ricardo D. Enriz, Fernando Suvire	
	Trabajo completo	333
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	339
B2.03	**EXPERIENCIA DE NIVEL UNIVERSITARIO EN EL USO DE DOS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES DE MODELADO DE CALIDAD DE AIRE** Facundo Manuel Carrizo, Giuliana Munafo, Yamila Soledad Grassi, Mónica Fátima Díaz	
	Trabajo completo	340
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	346
B2.04	**CON PIESCI EN COLOIDES** Silvina Rapossi, Dora A. Barbiric	
	Resumen	347
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	347
B2.05	**UN APORTE METODOLÓGICO PARA LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA COMPUTACIONAL A NIVEL UNIVERSITARIO DE GRADO** Fiorella Cravero, Gustavo Esteban Vazquez, Ignacio Ponzoni, Mónica Fátima Diaz	
	Trabajo completo	348
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	354

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B2.06	**TRANSFORMACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA FÍSICA Y TERMODINÁMICA: LABORATORIOS VIRTUALES Y ESPACIOS DE APRENDIZAJE DIGITAL EN LA UNSL** Frida C.D. Dimarco Palencia, Oswaldo Rosas, Vanesa Alejandra Muñoz, Mario Guillermo Díaz	
	Trabajo completo	355
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	359
B2.07	**APRENDIZAJE COLABORATIVO EN QUÍMICA ORGÁNICA: EXPLORANDO CARBOHIDRATOS CON CHEMSKETCH** Gabriela Ohanian, Karina Garro, Daniela Fernández	
	Trabajo completo	360
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	364
B2.08	**LA REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE GEOMETRÍAS MOELCULARES EN QUÍMICA: UN ENFOQUE INTERACTIVO** Nicolás Borassi	
	Trabajo completo	365
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	369
B2.09	**INNOVACIÓN PEDAGÓGICA EN QUÍMICA: APLICACIÓN DE IA EN LA COMPRENSIÓN DE LAS PROPIEDADES COLIGATIVAS** Luis Federico La Morgia, María Laura Andina, María de Lourdes Gultemirian	
	Trabajo completo	370
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	375
B2.13	**INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INTERACTIVA PARA EL ANÁLISIS ÁCIDO-BASE EN ESCUELA TECNICA** Marcelo Omar Castillo, Carolina Choque	
	Resumen	376
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	376
B2.14	**INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DIGITALES EN LA ENSEÑANZA DE ISOMERÍA EN QUÍMICA ORGÁNICA I: UNA PROPUESTA PARA LA EDUCACIÓN INTERACTIVA Y ACCESIBLE** Maricel Caputo, Daniela Caichug Rivera, Javier Carreras, Elías López Matías Pila, Danila Ruiz	
	Resumen	377
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	378

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B2.15	**IMPLEMENTACIÓN DE UN AULA EXTENDIDA MEDIADA POR REDES SOCIALES EN DOS NIVELES DE QUÍMICA ORGÁNICA. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO** Juan Cruz Suárez, Nahuel Bouzas, Valentina Failla Salaverry, Belén León, Camila Peluso, Guido A. Oppezzo, M. Sol Shmidt	
	Trabajo completo	379
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	384
B2.16	**ACTIVIDAD LÚDICO-INTERACTIVA PARA LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DEL DESEMPEÑO EN UN LABORATORIO DE QUÍMICA** Gustavo Daniel Belletti, Juan Pablo Sánchez, Paola Quaino	
	Trabajo completo	385
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	390
B2.17	**TRANSFORMANDO EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA ORGÁNICA CON UN MOOC** Liliana Ferrer, Silvina Videla, Gabriela Ohanian, Tomás Cabrera	
	Resumen	391
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	391
B2.18	**OLIMPIADAS CROMATOGRÁFICAS: INTEGRANDO LA IA EN EL DISEÑO DE ACTIVIDADES LÚDICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FARMACOGNOSIA** Jerónimo Ulloa, Vanina Catalano, Ingrid Cufré, Adriana Ouviña, Malen Saint Martin, Verónica Tarcaya, Catalina van Baren, Flavia Redko	
	Trabajo completo	392
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	399

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 2: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.01

ANÁLISIS COMPARATIVO DE INTERACCIONES MOLECULARES EN LA HEMOGLOBINA: INTEGRACIÓN DE DATOS EXPERIMENTALES Y PREDICCIONES DE IA. TRABAJO PRÁCTICO

Camila W. Adarvez-Feresin

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
camilaadarvezferesin@gmail.com

Oscar Parravicini

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
oparravicinis@gmail.com

Adriana D. Garro

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
adrianagarrosl@gmail.com

Ricardo D. Enriz

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
danielenriz@gmail.com

Fernando Suvire

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
fdsuvire@gmail.com

Resumen

El trabajo presentado se enfoca en un análisis comparativo de las interacciones moleculares en la hemoglobina, integrando datos experimentales y predicciones de inteligencia artificial. La hemoglobina, una proteína multimérica esencial para el transporte de oxígeno en la sangre, se utiliza como modelo para estudiar las interacciones proteína-proteína. Los objetivos del trabajo incluyen identificar secuencias primarias, predecir estructuras utilizando la base de datos AlphaFold 3 y comparar estas predicciones con estructuras cristalizadas obtenidas del Protein Data Bank. La metodología involucra el uso de herramientas bioinformáticas como UniProt y ChimeraX para la visualización y análisis de estructuras proteicas, así como el cálculo del RMSD y la evaluación de superficies de interacción. El estudio también explora la complementariedad de las superficies de interacción, la identificación de puentes de hidrógeno e interacciones de Van der Waals, y la comparación de las cadenas laterales entre estructuras predichas y cristalizadas. La discusión aborda la precisión de las predicciones y sus implicaciones para la función de la hemoglobina, subrayando las fortalezas y limitaciones de los métodos computacionales y experimentales en la investigación bioquímica moderna.

Palabras clave: *Hemoglobina; interacción proteína-proteína; Alphafold3; ChimeraX; trabajo práctico.*

ISBN 978-987-47159-9-9

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se plantea la posibilidad de realizar un Trabajo Práctico (TP) para la comprensión de las interacciones proteína-proteína es fundamental en la bioquímica moderna, la farmacología y la biotecnología. Estas interacciones son cruciales para prácticamente todos los procesos biológicos, desde la señalización celular hasta la regulación metabólica (Beatriz et al., 2023). Algunos autores destacan la necesidad futura de diferenciar entre complejos heteroméricos fisiológicos, un problema complejo debido a la diversidad y versatilidad de las interacciones proteicas, y sugiere que las técnicas de aprendizaje profundo serán esenciales para resolverlo (Vakser, 2023). En este contexto, la hemoglobina emerge como un modelo excepcional para el estudio de estas interacciones, ofreciendo una ventana única a la complejidad y elegancia de las estructuras proteicas multiméricas.

Esta actividad tiene como objetivo integrar conocimientos teóricos sobre interacciones moleculares con las más avanzadas herramientas computacionales y experimentales disponibles en la actualidad. Utilizaremos la hemoglobina como nuestro objeto de estudio, aprovechando su rica historia en la investigación bioquímica y su relevancia continua en la comprensión de las relaciones estructura-función en proteínas.

2. OBJETIVOS

Los objetivos abarcan todos los niveles de la taxonomía de Bloom, asegurando que la actividad promueva tanto el aprendizaje de conocimientos básicos como el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior.

- **Recordar:**
  - Identificar las secuencias primarias de las cadenas alfa y beta de la hemoglobina.
  - Reconocer los diferentes tipos de interacciones moleculares presentes en las proteínas.
- **Comprender:**
  - Explicar la relación entre la estructura primaria y la estructura tridimensional de la hemoglobina.
  - Describir el concepto de complementariedad en las interfaces proteicas.
- **Aplicar:**
  - Utilizar bases de datos biológicas como UniProt (The UniProt Consortium, 2021) y PDB para obtener información relevante.
  - Emplear el servidor AlphaFold 3 (AlphaFold Protein Structure Database, 2022) para predecir la estructura de la hemoglobina.
  - Manejar el software ChimeraX (Goddard et al., 2018) para visualizar y analizar estructuras proteicas.
- **Analizar:**
  - Comparar las estructuras predichas por AlphaFold 3 con las estructuras cristalizadas de la hemoglobina.
  - Examinar las interfaces entre subunidades para identificar interacciones específicas.
  - Diferenciar entre regiones hidrofóbicas y polares en las superficies de interacción.
- **Evaluar:**
  - Juzgar la precisión de la predicción de AlphaFold 3 en comparación con la estructura cristalizada.
  - Valorar la importancia de diferentes tipos de interacciones en la estabilidad del tetrámero de hemoglobina.
  - Criticar las fortalezas y limitaciones de los métodos computacionales y experimentales en el estudio de estructuras proteicas.
- **Crear:**
  - Diseñar una representación visual que ilustre las principales interacciones en las interfaces de la hemoglobina.
  - Formular hipótesis sobre cómo cambios específicos en la secuencia podrían afectar la estructura y función de la hemoglobina.

ISBN 978-987-47159-9-9

- Desarrollar un informe científico que integre los hallazgos del análisis estructural y las predicciones computacionales.

2.1. Objetivos transversales

Además, los objetivos transversales refuerzan competencias importantes para el desarrollo profesional en ciencias biológicas y afines.

- *Habilidades técnicas*: Desarrollar competencia en el uso de herramientas bioinformáticas y software de visualización molecular.
- *Pensamiento crítico:* Desarrollar la capacidad de interpretar y evaluar críticamente datos estructurales de proteínas.
- *Comunicación científica:* Mejorar la habilidad para comunicar conceptos complejos de biología estructural de manera clara y efectiva.
- *Integración de conocimientos:* Sintetizar conceptos de química, biología y computación en el contexto del análisis de estructuras proteicas.

3. FUNDAMENTACIÓN

El TP propuesto no solo permitirá a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en un contexto práctico, sino que también los introducirá a herramientas y metodologías de vanguardia en la investigación bioquímica y farmacéutica. Al finalizar, los participantes habrán ganado una apreciación más profunda de la complejidad de las interacciones moleculares y estarán mejor preparados para enfrentar los desafíos de la investigación moderna en ciencias de la vida (Ramamoorthy, 2022).

A medida que se avance en el desarrollo del TP se irá reflexionando sobre cómo estos conocimientos y habilidades se aplican en campos como el diseño de fármacos, la ingeniería de proteínas y la comprensión de mecanismos de enfermedades, subrayando la importancia crucial de este tipo de análisis en la ciencia biomédica contemporánea (Chahal, 2014).

4. METODOLOGÍA Y SECUENCIA DE PASOS DEL TP

4.1. Obtención de la secuencia primaria:

a) Acceder a la base de datos UniProt (www.uniprot.org).
b) Buscar y seleccionar las entradas correspondientes a las cadenas alfa y beta de la hemoglobina humana. (Subunidad alfa: P69905 y subunidad beta: P68871)
c) Obtener las secuencias de aminoácidos para cada cadena.

4.2. Predicción de la estructura con AlphaFold 3:

a) Acceder al servidor de AlphaFold 3 (https://alphafoldserver.com/).
b) Ingresar las secuencias obtenidas de UniProt, especificando dos cadenas alfa y dos beta.
c) Incluir cuatro unidades HEM en la predicción.
d) Iniciar la predicción y esperar los resultados.

4.3. Obtención de la estructura cristalizada:

a) Acceder a la base de datos Protein Data Bank (Berman et al., 2000). (www.rcsb.org).
b) Buscar y descargar la estructura cristalizada de la hemoglobina humana (código PDB: 1A3N).

4. Análisis comparativo en ChimeraX:

a) Abrir ChimeraX y cargar tanto la estructura predicha por AlphaFold 3 como la estructura cristalizada del PDB.
b) Realizar una superposición de ambas estructuras para una comparación visual inicial.
c) Calcular y analizar el RMSD (Root Mean Square Deviation) entre ambas estructuras.

ISBN 978-987-47159-9-9

4.5. Análisis de superficies de interacción:

a) Utilizar las herramientas de superficie de ChimeraX para visualizar las interfaces entre subunidades.
b) Analizar la complementariedad de las superficies de interacción.
c) Generar mapas de potencial culómbico de las superficies y analizar la distribución de cargas.
d) Identificar y señalar las regiones hidrofóbicas en las interfaces.

4.6. Análisis de interacciones específicas:

a) Utilizar las herramientas de ChimeraX para identificar y visualizar puentes de hidrógeno entre subunidades.
b) Identificar y visualizar interacciones de Van der Waals en las interfaces.
c) Registrar los residuos involucrados en estas interacciones para ambas estructuras (predicha y cristalizada).

4.7. Comparación detallada de interacciones:

a) Para cada interacción identificada, comparar la posición y orientación de las cadenas laterales involucradas entre la estructura predicha y la cristalizada.
b) Registrar similitudes y diferencias notables.
c) Analizar la conservación de interacciones clave entre ambas estructuras.

4.8. Análisis y discusión:

a) Evaluar la precisión general de la predicción de AlphaFold 3 en comparación con la estructura cristalizada.
b) Discutir las implicaciones de las similitudes y diferencias observadas.
c) Reflexionar sobre las fortalezas y limitaciones de los métodos de predicción y experimentales.
d) Considerar cómo las diferencias observadas podrían afectar la función de la hemoglobina.

4.9. Elaboración del informe:

a) Preparar un informe detallado que incluya introducción, métodos, resultados, discusión y conclusiones.
b) Incluir imágenes relevantes generadas durante el análisis.
c) Discutir la relevancia de este tipo de análisis en el contexto más amplio de la investigación en bioquímica y diseño de fármacos.

5. GRADO DE AVANCE

El Trabajo práctico propuesto se encuentra en proceso de elaboración. Para ello se proporcionará una guía a los estudiantes sobre qué buscar y qué esperar durante su análisis, permitiéndoles evaluar críticamente la precisión y utilidad de las predicciones de AlphaFold 3 en el contexto de la estructura de la hemoglobina.

6. OBSERVACIONES ESPERABLES Y RESULTADOS PREVISTOS

Las observaciones que se espera que los estudiantes realicen, divididas por tareas podrían enlistarse de la siguiente manera:

6.1. Comparación de estructuras (cristal vs predicha):

Observaciones:

- Prestar atención a la superposición global de las estructuras.
- Observar posibles diferencias en las regiones de loops o extremos de las cadenas.
- Notar la disposición de las subunidades alfa y beta en ambas estructuras.

Resultados previstos:

ISBN 978-987-47159-9-9

- Se espera una alta similitud estructural global, con un RMSD bajo (posiblemente <1Å).
- Pueden observarse pequeñas diferencias en regiones flexibles o expuestas al solvente.
- La disposición tetramérica debería mantenerse muy similar en ambas estructuras.

6.2. Visualización de la interfaz:

Observaciones:

- Examinar cuidadosamente las áreas de contacto entre subunidades.
- Analizar la distribución de cargas en la superficie de interacción.
- Identificar patrones de regiones hidrofóbicas y polares.

Resultados previstos:

- Se observará una clara complementariedad espacial entre las superficies de interacción.
- El mapa electrostático mostrará una distribución de cargas complementaria en las interfaces.
- Se identificarán sectores hidrofóbicos importantes en el centro de las interfaces, rodeados por regiones más polares.

6.3. Complementariedad espacial:

Observaciones:

- Evaluar el ajuste entre las superficies de contacto de las subunidades.
- Buscar protuberancias y cavidades correspondientes en las interfaces.

Resultados previstos:

- Se observará un alto grado de complementariedad, con superficies que encajan estrechamente.
- Las protuberancias de una subunidad deberían corresponder a cavidades en la subunidad opuesta.

6.4. Orientación de cadenas laterales y puentes de hidrógeno:

Observaciones:

- Comparar la orientación de las cadenas laterales en las interfaces entre la estructura predicha y la cristalizada.
- Examinar la posición y geometría de los puentes de hidrógeno identificados.

Resultados previstos:

- Se espera una buena concordancia en la orientación de las cadenas laterales clave en las interfaces.
- Los puentes de hidrógeno importantes para la estabilidad del tetrámero deberían estar presentes y con geometría similar en ambas estructuras.
- Pueden observarse pequeñas diferencias en la orientación de algunas cadenas laterales, especialmente en residuos más expuestos al solvente.

6.5. Análisis general:

Observaciones:

- Evaluar la conservación de interacciones clave entre subunidades.
- Notar cualquier diferencia significativa entre la predicción y la estructura cristalizada.

Resultados previstos:

- Las interacciones críticas para la estabilidad y función de la hemoglobina deberían estar bien conservadas en la predicción de AlphaFold 3.
- Pueden existir pequeñas diferencias en interacciones secundarias o en regiones más flexibles.
- La predicción de AlphaFold 3 debería capturar con precisión las características estructurales principales de la hemoglobina.

A continuación, las imágenes de las FIGURAS 1, 2, 3, 4 y 5 muestran algunos resultados esperados.

ISBN 978-987-47159-9-9

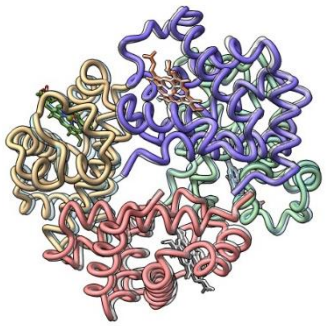


FIGURA 1. *Estructura de Deoxi hemoglobina (tetrámero) coloreada por subunidad. Estructura predicha por Alphafold3. Como figura de contorno Estructura cristalizada PDB 1A3N.*

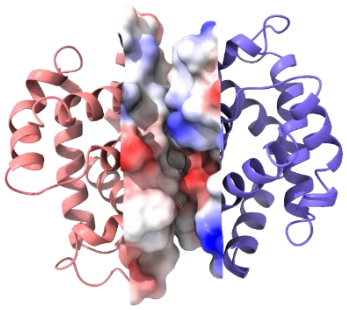


FIGURA 2. *Superficie de la interface proteica, en ella puede observarse en parte la complementariedad estérica y la interacción entre regiones con densidad de carga positivas y negativas, mediante el mapeo del potencial coulómbico sobre la misma.*

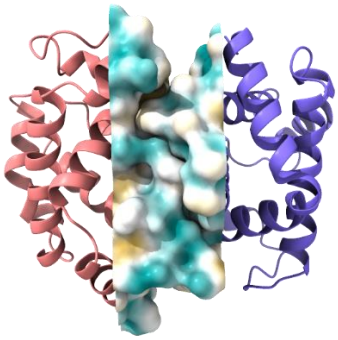


FIGURA 3. *Superficie entre las subunidades alfa y beta de hemoglobina sobre el que se ha mapeado el potencial hidrofílico de los residuos. Nótese rasgos importantes de complementariedad estérica.*

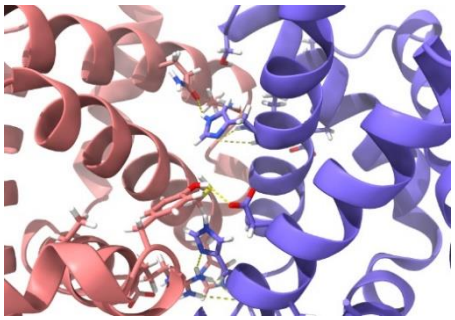


FIGURA 4. *Se observan un conjunto de interacciones polares, principalmente puente de H entre residuos de las cadenas alfa y beta de hemoglobina.*

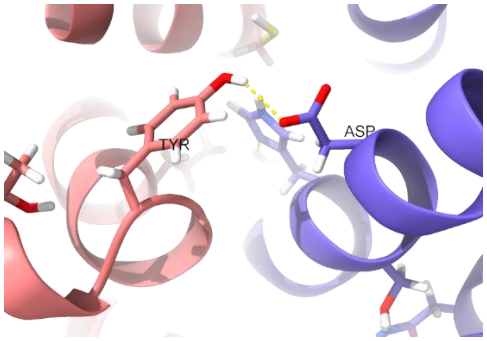


FIGURA 5. *Ejemplo de interacción puente H entre un residuo de tirosina y aspartato en la interfaz de ambas cadenas*

7. RESULTADOS ESPERABLES DE LA ACTIVIDAD

Los resultados esperables de esta actividad son múltiples y abarcan tanto aspectos pedagógicos como el desarrollo de competencias y habilidades específicas. Aquí se detallan los principales resultados esperados:

7.1. Comprensión profunda de la estructura proteica:

- Mayor entendimiento de la relación entre estructura primaria y tridimensional.
- Apreciación de la complejidad de las estructuras cuaternarias.
- Comprensión práctica de conceptos como dominios, interfaces y complementariedad estructural.

7.2. Dominio de herramientas bioinformáticas:

- Habilidad para navegar y utilizar bases de datos como UniProt y PDB.
- Competencia en el uso de software de visualización molecular como ChimeraX.
- Familiarización con herramientas de predicción estructural de vanguardia como AlphaFold3.

7.3. Análisis crítico de datos estructurales:

- Capacidad para comparar y evaluar estructuras proteicas de diferentes fuentes.

ISBN 978-987-47159-9-9

- Habilidad para identificar y analizar interacciones moleculares específicas.
- Desarrollo de criterio para evaluar la calidad y fiabilidad de modelos estructurales.

7.4. Integración de conocimientos teóricos y prácticos:

- Aplicación de conceptos de química y bioquímica en un contexto real de investigación.
- Comprensión práctica de fuerzas intermoleculares y su papel en la estabilidad proteica.
- Conexión entre estructura molecular y función biológica.

7.5. Desarrollo de habilidades de investigación:

- Familiarización con metodologías de investigación en biología estructural.
- Capacidad para formular hipótesis basadas en observaciones estructurales.
- Habilidad para interpretar y presentar datos científicos complejos.

7.6. Pensamiento crítico y resolución de problemas:

- Desarrollo de la capacidad de análisis y síntesis de información compleja.
- Habilidad para identificar discrepancias entre modelos teóricos y datos experimentales.
- Capacidad para proponer explicaciones y soluciones ante observaciones inesperadas.

7.7. Competencias en comunicación científica:

- Mejora en la habilidad para escribir informes científicos estructurados.
- Capacidad para crear visualizaciones efectivas de datos estructurales.
- Desarrollo de habilidades para presentar y discutir resultados científicos.

7.8. Apreciación de la interdisciplinariedad:

- Comprensión de cómo la química, la biología y la informática convergen en la biología estructural.
- Reconocimiento del papel de la inteligencia artificial en la investigación biomédica moderna.

7.9. Preparación para la investigación avanzada:

- Familiarización con técnicas y herramientas utilizadas en investigación de punta.
- Comprensión de los desafíos y limitaciones en la predicción y análisis estructural de proteínas.
- Inspiración para futuros proyectos de investigación o especialización.

7.10. Desarrollo de competencias profesionales:

- Habilidades relevantes para carreras en farmacología, biotecnología e investigación biomédica.
- Capacidad para mantenerse actualizado con los avances tecnológicos en el campo.
- Preparación para enfrentar problemas complejos en entornos profesionales o de investigación.

7.11. Fomento del trabajo colaborativo:

- Desarrollo de habilidades para trabajar en equipo en proyectos científicos complejos.
- Capacidad para compartir y discutir hallazgos científicos con pares.

7.12. Conciencia ética y de bioseguridad:

- Comprensión de las implicaciones éticas del uso de IA en investigación biomédica.
- Sensibilización sobre la importancia de la integridad científica y el manejo responsable de datos.

8. CONCLUSIONES

Estos resultados contribuirán significativamente a la formación integral de los estudiantes, preparándolos para los desafíos de la investigación moderna y las demandas del mercado laboral en campos relacionados con la bioquímica, la farmacia y la biotecnología.

ISBN 978-987-47159-9-9

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a FONCYT (2018-03259), UNSL (PROICO: 02-1623) e IMIBIO-SL por la financiación de los proyectos en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AlphaFold Protein Structure Database. (2022). AlphaFold 3. DeepMind Technologies. Retrieved from https://alphafold.ebi.ac.uk/

Beatriz, B., Martelli, A., Pegrucci, M., Barcelos, S., Antão, C. H. T. P., da Silva, M. T. M., & Novo-Mansur, M. T. (2023). Protein–Protein Interaction for Drug Discovery. In *Engineering Materials* (pp. 255-269). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46545-1_12

Berman, H. M., Westbrook, J., Feng, Z., Gilliland, G., Bhat, T. N., Weissig, H., Shindyalov, I. N. & Bourne, P. E. (2000). The Protein Data Bank. *Nucleic Acids Research*, *28*(1), 235-242. https://doi.org/10.1093/nar/28.1.235

Chahal, S. (2014). The role of life sciences in medicine based on selected peer-reviewed articles. *Canadian Young Scientist Journal*, 7(2), 26-31. https://doi.org/10.13034/CYSJ-2014-015

Goddard, T. D., Huang, C. C., Meng, E. C., Pettersen, E. F., Couch, G. S., Morris, J. H., & Ferrin, T. E. (2018). UCSF ChimeraX: Meeting modern challenges in visualization and analysis. *Protein Science*, *27*(1), 14-25. https://doi.org/10.1002/pro.3235

Ramamoorthy, V. (2022). Exploratory research opportunities of computing in life sciences. *International Journal of Life Science and Pharma Research*, 5-200. https://doi.org/10.22376/ijpbs/ijlpr/sp20/march.2022.5-200

The UniProt Consortium. (2021). UniProt: the universal protein knowledgebase in 2021. *Nucleic Acids Research*, 49(D1), D480-D489. https://doi.org/10.1093/nar/gkaa1100

Vakser, I. A. (2023). Prediction of protein interactions is essential for studying biomolecular mechanisms. *Authorea*. https://doi.org/10.22541/au.168813185.58433396/v1

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/195yvRwQCoK3Xzpb0CcfKyGvkPF5Urudz/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.02

INTEGRACIÓN DE ALPHAFOLD 3 EN LA EDUCACIÓN DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA: UN CASO DE ESTUDIO CON CALMODULINA

Camila W. Adarvez-Feresin

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
camilaadarvezferesin@gmail.com

Oscar Parravicini

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
oparravicinis@gmail.com

Adriana D. Garro

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
adrianagarrosl@gmail.com

Ricardo D. Enriz

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
danielenriz@gmail.com

Fernando Suvire

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
fdsuvire@gmail.com

Resumen

En la era de la inteligencia artificial (IA), la educación superior debe evolucionar para integrar herramientas tecnológicas avanzadas que potencien el aprendizaje y la investigación. AlphaFold 3, desarrollado por DeepMind, es una de estas herramientas, revolucionando la predicción de estructuras proteicas con una precisión sin precedentes. La capacidad de AlphaFold para predecir estructuras proteicas de manera eficiente y precisa abre nuevas oportunidades para la enseñanza y la investigación en bioinformática estructural. La Calmodulina, elegida como caso de estudio, es crucial en la señalización celular y presenta un desafío interesante para AlphaFold debido a su flexibilidad estructural. Herramientas como ChimeraX, el Protein Data Bank (PDB) y PDBsum complementarán este enfoque proporcionando datos y análisis adicionales. Este trabajo práctico no solo introduce a los estudiantes al uso de herramientas de IA, sino que también desarrolla competencias esenciales en pensamiento complejo, experticia en software científico y habilidades de visualización. La integración de estas herramientas en el currículo de Farmacia y Bioquímica es fundamental para el análisis de interacciones proteína-proteína, el desarrollo de fármacos y la comprensión de rutas metabólicas.

Palabras clave: *Farmacia; Bioquímica; Bioinformática; AlphaFold 3; ChimraX.*

ISBN 978-987-47159-9-9

1. INTRODUCCIÓN

La integración de herramientas de inteligencia artificial accesibles como AlphaFold 3 (DeepMind, 2023) en cursos universitarios de carreras como Farmacia y Bioquímica marcaría un hito crucial en la preparación de los estudiantes para la investigación moderna de cara al siglo XXI. Lanzado en mayo de 2024, AlphaFold 3 (DeepMind, 2023), desarrollado por DeepMind, ha revolucionado la predicción de estructuras proteicas, abriendo nuevas fronteras en la comprensión de las interacciones moleculares y el diseño de fármacos (Genotipia, 2023). Su capacidad para predecir estructuras complejas a partir de secuencias primaria de aminoácidos lo convierte en un recurso invaluable tanto para investigadores experimentados como para estudiantes en formación (Bio-Press, 2023). La facilidad de uso de AlphaFold 3 (DeepMind, 2023) democratiza el acceso a información estructural crucial. Esto permitiría a estudiantes explorar y comprender conceptos complejos de manera intuitiva, principalmente, los derivados de las interacciones entre proteínas y otras macromoléculas. En este contexto, la Calmodulina emerge como un fascinante caso de estudio. Esta proteína, altamente conservada en eucariotas, juega un papel fundamental en la transducción de señales mediadas por calcio, regulando diversas actividades celulares. Su notable flexibilidad estructural y capacidad para unirse a múltiples proteínas diana la convierten en un excelente modelo para estudios de dinámica proteica y un desafío único para las predicciones de AlphaFold 3 (DeepMind, 2023). Herramientas complementarias como ChimeraX (UCSF Resource for Biocomputing, Visualization, and Informatics, 2022), el Protein Data Bank (PDB) (Protein Data Bank, 2024), y PDBsum enriquecen aún más el análisis, permitiendo la visualización detallada, la comparación con estructuras experimentales y la identificación de patrones estructurales. Al incorporar AlphaFold 3 (DeepMind, 2023) y estas herramientas en la educación, no solo prepararíamos a futuros profesionales para la próxima era de la investigación biomédica, sino que también les proporcionamos un conjunto poderoso de recursos para explorar el fascinante mundo de las proteínas y sus interacciones, sentando las bases para futuros avances en el desarrollo de fármacos y la comprensión de los procesos biológicos fundamentales (El País, 2024). Para llevar a cabo lo mencionado presentamos una propuesta de Trabajo Práctico (TP) para incluir en la materia que se considere apropiada según el plan de cada carrera.

2. FUNDAMENTACIÓN

El trabajo práctico elaborado tiene el propósito de poner en práctica lo mencionado, introducir a los estudiantes en el uso de herramientas de inteligencia artificial y visualización molecular para el estudio de estructuras proteicas. Utilizando la calmodulina como modelo, una proteína acídica intracelular de bajo peso molecular y termoestable ("Calmodulina", 2024). Se busca desarrollar habilidades críticas en bioinformática estructural.

3. OBJETIVOS

- Familiarizar a los estudiantes con el uso de AlphaFold 3 para la predicción de estructuras proteicas.
- Desarrollar habilidades en la obtención y manipulación de datos de secuencias proteicas.
- Promover el análisis crítico de estructuras predichas mediante herramientas avanzadas como ChimeraX y PDBsum.
- Aplicar ChimeraX para visualizar y comparar la estructura predicha con estructuras experimentales disponibles en el PDB.
- Evaluar la precisión de AlphaFold 3 en la predicción de estructuras proteicas complejas como la Calmodulina.

Estos objetivos permitirán no solo adquirir conocimientos técnicos, sino también desarrollar un pensamiento crítico sobre el uso de la inteligencia artificial en la investigación biológica y sus implicaciones en el estudio de interacciones proteínas-moléculas, proteína-proteína y el desarrollo de fármacos.

ISBN 978-987-47159-9-9

4. GRADO DE AVANCE

El Trabajo práctico propuesto se encuentra listo para su ejecución. Complementa junto con otras actividades de aula y teorías un cuerpo disciplinar introductorio como Complementario de grado de las carreras ante mencionadas de próxima implementación e el ámbito de la FQByF de la UNSL

4.1. Estructura del TP.

4.1.1. Introducción a AlphaFold 3 *(15 minutos):*

Presentación del desarrollo histórico de AlphaFold, enfatizando su impacto revolucionario en la biología estructural y la predicción de estructuras proteicas.

4.1.2. Obtención y Manipulación de Secuencias Primaria *(15 minutos):*

Guía práctica para la extracción de secuencias FASTA de la calmodulina desde el Protein Data Bank (PDB) o UNIPROT, incluyendo técnicas de manipulación de datos.

4.1.3. Predicción de Estructuras con AlphaFold 3 *(30 minutos):*

Tutorial interactivo sobre el uso de AlphaFold 3 para generar modelos estructurales de la calmodulina, la interpretación de resultados.

4.1.4. Análisis Comparativo con ChimeraX *(45 minutos):*

Sesión práctica de visualización y comparación de las estructuras predichas por AlphaFold 3 con las estructuras experimentales de la calmodulina, utilizando las avanzadas herramientas de ChimeraX.

4.1.5. Exploración de Patrones Estructurales mediante PDBsum *(30 minutos):*

Análisis detallado de las características estructurales de la calmodulina utilizando PDBsum, con énfasis en la identificación de motivos conservados y regiones funcionalmente importantes.

4.1.6. Discusión Grupal y Análisis Crítico *(30 minutos):*

Sesión interactiva de debate para el intercambio de observaciones, interpretación de resultados y sobre las implicaciones de las predicciones de AlphaFold 3 en el estudio de la calmodulina.

4.1.7. Elaboración de Informes Científicos *(15 minutos):*

Instrucciones para la redacción de un informe conciso y completo, que incluya metodología, resultados obtenidos, análisis comparativo y conclusiones sobre la eficacia de AlphaFold 3 en la predicción de la estructura de la calmodulina.

Esta estructura metodológica permite a estudiantes adquirir habilidades prácticas en bioinformática estructural, mientras desarrollan un pensamiento crítico sobre el uso de la inteligencia artificial en la investigación biológica.

4.2. Estructuras seleccionadas para el TP

Se han seleccionado, desde el *Protein Data Bank* (Protein Data Bank, 2024), diferentes estructuras, las cuales se detallan a continuación:

-1CFC: Forma Apo (libre) de calmodulina de Xenopus laevis
-1CLL: Forma Holo (unida a 4 iones calcio) de calmodulina humana
-1GGZ: Otra estructura de la forma Holo de calmodulina humana
-5T7C: Calmodulina humana en complejo con PEP-19
-1CM1: Calmodulina bovina en complejo con trifluoperazina
-1CDL: Estructura por RMN de calmodulina humana/de pollo unida a calcio
-1AUI: Complejo de calcineurina humana con calmodulina
-1CDM: Complejo de calmodulina bovina con el factor de edema de Bacillus anthracis
-1QTX: Estructura de calmodulina de levadura
-1MXE: Calmodulina de Drosophila sin calcio unida a un motivo IQ

ISBN 978-987-47159-9-9

-1NIW: Calmodulina humana/de rata unida a un péptido de óxido nítrico sintasa
-1CKK: Calmodulina de rata/Xenopus en complejo con un péptido de la bomba de calcio de la membrana plasmática

Estas estructuras abarcan diferentes organismos y condiciones, permitiendo una comprensión más profunda de la versatilidad y funcionalidad de la calmodulina en diversos contextos biológicos.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Se espera que durante el desarrollo del TP los estudiantes:

- Comprendan mejor el proceso de predicción de estructuras proteicas y las herramientas utilizadas.
- Realicen la producción de informes detallados que demuestren la capacidad de analizar y comparar estructuras proteicas.
- Identifiquen de patrones estructurales importantes y comprensión de sus implicaciones biológicas.

5.1. Ejemplos de imágenes que se esperan obtener en el TP

A continuación, en las FIGURAS 1, 2, 3, 4 y 5, se muestran ejemplos de los resultados esperados:

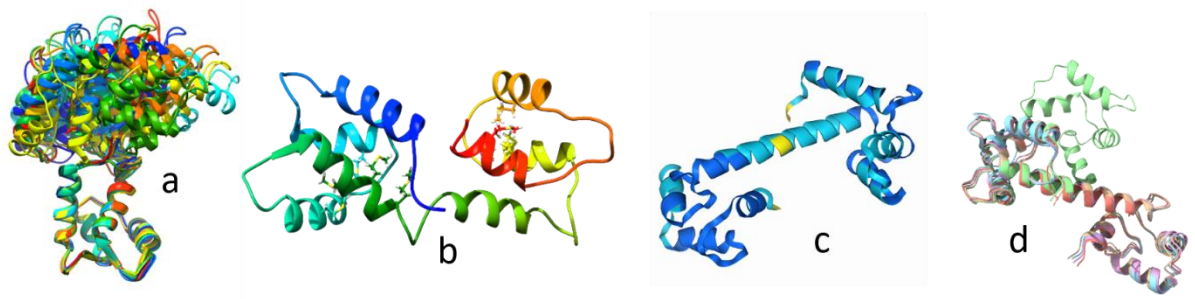


FIGURA 1. *Calmodulina libre, forma APO. a) Conjuntos de estructuras obtenidas por RMN y depositadas en PDB (1CFC). b) una de las estructuras 1CFC donde se muestran que los residuos de metionina están plegados hacia adentro. c) Estructura predicha por Alphafold3 donde en azul se presentan como residuos cuya predicción es certera y en amarillo residuos cuya precisión es baja. d) Superposición entre una de las estructuras predichas por AlphaFold y una de las estructuras RMN (1CFC).*

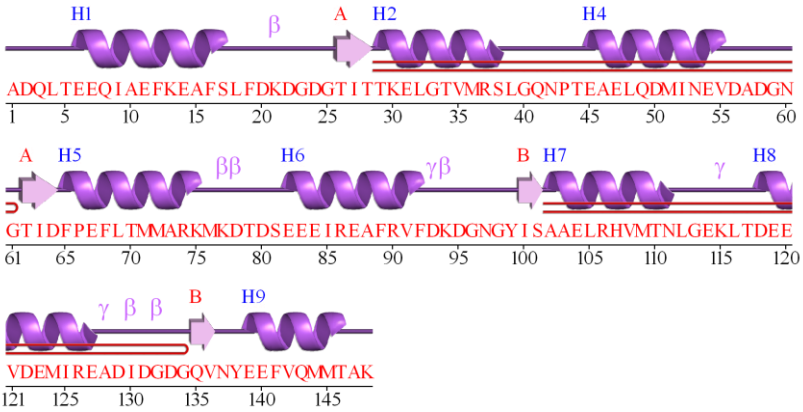


FIGURA 2. *Sumario de la estructura secundaria del péptido bajo estudio provista por PDBsum. Debido a la flexibilidad de Calmodulina una forma de observar la estructura conservada es mediante la observación de los plegamientos secundarios más estables, en este caso disposición y extensión de las alfa hélices.*

ISBN 978-987-47159-9-9

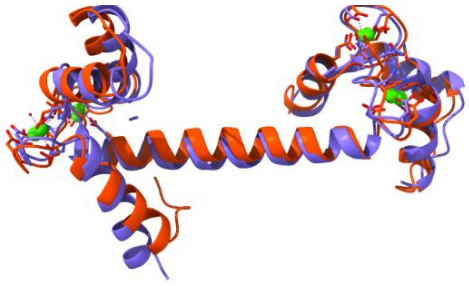


FIGURA 3. *Estructura de Calmodulina con cuatro Ca^{2+} (forma HOLO) en esta disposición los residuos metioninas estas expuestos y favorables a interaccionar con otras proteínas. En ambos casos se puede observar la clásica interacción octaédrica del calcio con 4 oxígenos en el centro de un plegamiento característico denominado EF Hand.*

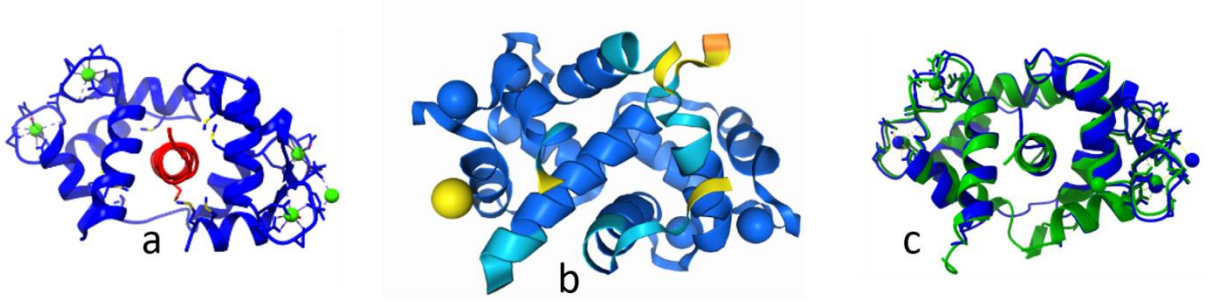


FIGURA 4. *Calmodulina formando complejo con un péptido (25 aa) perteneciente a una Quinasa. a) Estructura 1CM1 Calmodulina en azul y péptido en rojo. Como esta estructura muestra 5 Ca^{2+} la predicción se operó en las mismas condiciones. b) Estructura generada a partir de la secuencia primaria compatible con 1CM1 y se observan en azul las predicciones más certeras y en amarillo las menos certera. Obsérvese lo que ocurre con el quinto ion calcio. c) Superposición entre ambas estructuras.*

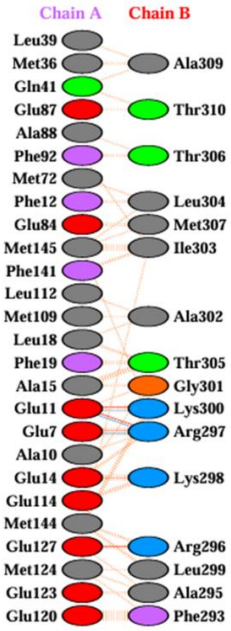


FIGURA 5. *Interacciones de residuos (Cadena A: Calmodulina. Cadena B: Péptido de 25 aa) a través de la interfaz. Coloreado por tipo de residuo Cian = Positivo (H,K,R); rojo = negativo (D,E); verde = neutro (S,T,N,Q); gris = alifático (A,V,L,I,M); violeta= aromático (F,Y,W). El número de líneas de enlaces de H entre dos residuos cualesquiera indica el número de enlaces de hidrógeno potenciales entre ellos. Para los contactos no unidos, que pueden ser abundantes, el ancho de la línea rayada es proporcional al número de contactos atómicos.*

ISBN 978-987-47159-9-9

5.2. Habilidades que se esperan desarrollar mediante la realización de este TP.

5.2.1. Habilidades Cognitivas:

- *Comprensión y Aplicación de Conceptos Científicos:* Los estudiantes podrán entender y aplicar conceptos relacionados con la predicción de estructuras proteicas, sus interacciones y el uso de algoritmos especializados como AlphaFold 3.

- *Análisis y Síntesis:* Mediante el análisis de las estructuras predichas y su comparación con estructuras experimentales, los estudiantes desarrollarán habilidades analíticas y de síntesis, integrando la información obtenida para generar conclusiones significativas.

5.2.2. Habilidades Técnicas:

Uso de Herramientas Bioinformáticas: La ejercitación permitirá a los estudiantes adquirir competencias en el manejo de herramientas bioinformáticas avanzadas, como AlphaFold 3 y ChimeraX, esenciales para la visualización y análisis de estructuras proteicas.

5.2.3. Habilidades de Investigación:

Desarrollo de Proyectos de Investigación: Al realizar estudios sobre la calmodulina y su interacción con otras moléculas, los estudiantes aprenderán a diseñar y llevar a cabo proyectos de investigación científica, desarrollando habilidades para la búsqueda bibliográfica, el diseño experimental y la interpretación de resultados.

5.2.4. Habilidades de Comunicación:

Los estudiantes deberán presentar sus hallazgos a través de informes escritos y presentaciones orales, mejorando sus habilidades de comunicación científica, esencial para compartir conocimientos y colaborar en el ámbito académico y profesional.

5.3. Competencias que se esperan desarrollar mediante ejercitación de este TP.

- *Pensamiento Crítico y Resolución de Problemas:* La metodología de estudio fomentará el pensamiento crítico y la capacidad para resolver problemas complejos, al enfrentar desafíos que requieren la aplicación de conocimientos teóricos en contextos prácticos.

- *Trabajo en Equipo y Colaboración:* Mediante actividades colaborativas, los estudiantes desarrollarán habilidades de trabajo en equipo, aprendiendo a colaborar eficazmente con sus pares para alcanzar objetivos comunes.

- *Autonomía y Autoaprendizaje:* El uso de herramientas avanzadas y la realización de proyectos independientes promoverán la autonomía y el autoaprendizaje, competencias cruciales en el desarrollo profesional continuo.

6. DISCUSIÓN

El TP propuesto permitiría la evaluación de la precisión de las predicciones de AlphaFold 3 (DeepMind, 2023) en comparación con estructuras experimentales. Pudiendo así reflexionar sobre las limitaciones y posibilidades de mejora en la predicción de estructuras proteicas. Para poder analizar el impacto de estas herramientas en la investigación y desarrollo de fármacos.

7. CONCLUSIONES

La ejercitación propuesta en el TP busca impartir conocimientos específicos sobre el uso de la IA para el estudio de una estructura proteica y su función, la calmodulina. Pudiendo así desarrollar un conjunto amplio de habilidades y competencias para luego aplicar lo aprendido al estudio de otras estructuras, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos futuro.

ISBN 978-987-47159-9-9

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a FONCYT (2018-03259), UNSL (PROICO: 02-1623) e IMIBIO-SL por la financiación de los proyectos en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bio-Press. (2023). Llega AlphaFold 3: La IA que transformará la investigación biomédica. https://bio-press.com/llega-alphafold-3-la-ia-que-transformara-la-investigacion-biomedica

Calmodulina. (2024). En Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Calmodulina

DeepMind. (2023). *AlphaFold3* [Software]. Recuperado de https://www.deepmind.com/alphafold

El País. (2024). Una inteligencia artificial predice la interacción entre todas las moléculas de la vida. https://elpais.com/ciencia/2024-05-08/una-inteligencia-artificial-predice-la-interaccion-entre-todas-las-moleculas-de-la-vida.html

Genotipia. (2023). AlphaFold 3: La revolución en genética y desarrollo de fármacos. Genética Médica News. https://genotipia.com/genetica_medica_news/alphafold-3-genetica-farmacos

Google. (2023). AlphaFold 3 predice la estructura y las interacciones de todas las moléculas de la vida. https://blog.google/intl/es-es/noticias-compania/iniciativas/alphafold-3-predice-la-estructura-y-las-interacciones-de-todas-las-moleculas-de-la-vida

Protein Data Bank. (2024). Protein Data Bank. https://www.rcsb.org

UCSF Resource for Biocomputing, Visualization, and Informatics. (2022). *UCSF ChimeraX* (Versión 1.3) [Software]. Recuperado de https://www.rbvi.ucsf.edu/chimerax

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1A1zfrg1cBLSgj5NwAtAbEBlKnwPuUQ9L/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.03

EXPERIENCIA DE NIVEL UNIVERSITARIO EN EL USO DE DOS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES DE MODELADO DE CALIDAD DE AIRE

Facundo Manuel Carrizo

Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI - UNS - CONICET), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina
facundomanuelcarrizo@gmail.com

Giuliana Munafo

Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI - UNS - CONICET), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina
giuligiam123@gmail.com

Yamila Soledad Grassi

Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
Instituto de Matemática de Bahía Blanca, (INMABB - UNS – CONICET), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
yamila.grassi@uns.edu.ar

Mónica Fátima Díaz

Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI - UNS - CONICET), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
mdiaz@plapiqui.edu.ar

Resumen

Hoy en día las herramientas computacionales son esenciales para la enseñanza, no solo sirven como instrumentos para futuros profesionales sino también para generar un mejor entendimiento de lo que se está enseñando. Este trabajo presenta la experiencia, tanto de docentes como de alumnos, en el empleo de dos softwares de modelado de calidad de aire, de diferente complejidad, en el marco de la cátedra de Contaminación Atmosférica y Control de Emisiones (3er año) de la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional del Sur. Las dos herramientas brindan información sobre la dispersión de contaminantes en la atmósfera. En particular, Screen View (software libre) fue usado en horario de clase por su sencillez y accesibilidad, en cambio, AERMOD se empleó en un trabajo final de carrera (TFC) debido a su alta complejidad y costo. En este sentido, se destaca que el primero permitió comprender mejor el comportamiento de los contaminantes en la atmósfera emitidos por fuentes fijas en una única clase de 2 horas. Mientras que, el uso de AERMOD requirió aproximadamente 16 horas de enseñanza para el desarrollo del TFC, pero obteniendo mayor precisión y detalle en los resultados, ajustado al trabajo que se realizaba con fuentes lineales.

Palabras clave: *educación para el desarrollo sostenible; contaminación atmosférica, modelado de calidad de aire; experiencia del alumno; educación superior.*

1. INTRODUCCIÓN

Las herramientas computacionales son hoy en día esenciales para la enseñanza de nivel universitario, no solo para formar profesionales íntegros sino también, para facilitar el aprendizaje y entendimiento de los fenómenos que se están enseñando. La meta 4.7 de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), asociado a asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, promueve la Educación para el Desarrollo Sustentable (EDS) (ONU, 2015). En este sentido, se fomenta que los alumnos puedan desarrollar una mentalidad crítica y que aprendan herramientas aplicadas en el seno de las universidades. En particular, este trabajo se aboca a compartir la experiencia de los alumnos

ISBN 978-987-47159-9-9

avanzados de la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional del Sur (UNS), relacionada al uso de herramientas computacionales aplicadas a modelado de calidad de aire.

Es sabido que la contaminación del aire es una problemática que enfrentan las ciudades a nivel mundial. El rápido crecimiento económico de los países en desarrollo genera un aumento de la industrialización y de la cantidad de vehículos, lo cual conlleva a elevar los niveles de contaminación atmosférica. Esta situación ha quedado evidenciada con el cierre estricto durante la pandemia de COVID-19, donde los países han visto descender los niveles de contaminación, principalmente por la reducción del tránsito vehicular en las ciudades (Navinya et al., 2022). Se debe destacar que la contaminación del aire también se encuentra relacionada con algunos de los ODS. Además, la concentración con la que un contaminante atmosférico llega a la población depende del grado de dispersión del mismo (De Visscher, 2013). En este sentido, cuando no existe la posibilidad de monitorear *in situ* el nivel de contaminación y/o se necesita evaluar una proyección a futuro, el modelado de calidad de aire resulta ser una herramienta que permite analizar si una determinada fuente de emisión crea o creará un problema para la comunidad. Un modelo de dispersión atmosférica es una simulación matemática que describe el transporte y la dispersión de los contaminantes atmosféricos en la atmósfera, así como también pueden incluir el análisis de la transformación química en la atmósfera dependiendo de la complejidad del modelo (Farzaneh et al., 2010). Además, debe tenerse en cuenta que no todos los factores que influyen en la dispersión atmosférica pueden incluirse en un modelo, es por ello que los resultados obtenidos son estimativos y deben validarse (De Visscher, 2013).

En base a todo lo expuesto, destacamos que resulta de gran importancia brindarles a los alumnos universitarios de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, diversas herramientas computacionales para su posterior desarrollo profesional. En el presente trabajo compartimos la experiencia de enseñanza de un software básico de modelado de calidad de aire dentro del aula, y la comparamos con la brindada para realizar una tesis final de grado en la cual se aplicó un software de mayor complejidad. Finalmente, incluimos la experiencia contada por los alumnos inspirados en algunas preguntas como: ¿qué opinaron del aspecto didáctico de la práctica? ¿Qué aprendieron? ¿Qué limitaciones encontraron?

2. SOFTWARE PARA MODELADO DE CALIDAD DE AIRE

En la actualidad, existe una gran variedad de modelos de calidad de aire, que van desde simples representaciones matemáticas hasta complejas herramientas basadas en la dinámica de fluidos computacionales (CFD). Estos modelos se emplean para estimar la concentración de un determinado contaminante en la atmósfera, en base a diversas variables que intervienen en el proceso (ver FIGURA 1), como son las meteorológicas, las topográficas, el comportamiento químico del contaminante, así como también características propias de la emisión (altura, cantidad, velocidad, temperatura, entre otras).

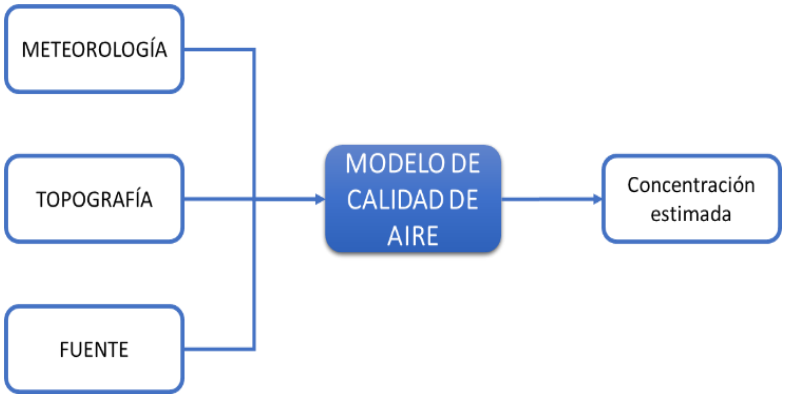


FIGURA 1. *Esquema simple de las principales variables que intervienen en un modelo de calidad de aire. Elaboración propia.*

Este tipo de herramienta es ampliamente usada para evaluar estrategias de control destinadas a reducir la contaminación del aire y analizar el diseño de políticas sustentables, así como también cumplir con los objetivos de calidad de aire (Grassi & Díaz, 2024). Entre todos los modelos de calidad de aire disponibles, los

ISBN 978-987-47159-9-9

gaussianos son los más empleados debido a su sencillez y facilidad de uso (requieren poco esfuerzo computacional). La desventaja es que son menos precisos después de los 10-20km, debido a la suposición de estado estacionario (variables meteorológicas y emisión constantes en un periodo de tiempo, normalmente una hora) (Farzaneh et al., 2010). A continuación, se presenta una breve descripción de los dos softwares analizados en este trabajo: Screen View y AERMOD View.

2.1. Modelo Screen View.

SCREEN View es una interfaz amigable con el usuario del modelo SCREEN3 diseñado por la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (US-EPA). El software puede obtenerse de la página web oficial de la empresa Web Lakes de manera gratuita (https://www.weblakes.com /software/freeware/screen-view/). Este modelo puede utilizarse para estimar las concentraciones de un contaminante a nivel del suelo provenientes de una única fuente de emisión, considerando el peor caso detectado. SCREEN View puede modelar escenarios con terreno simple o complejo, considerando o no el impacto de edificios aledaños y dar resultados a distancias discretas o automatizadas. Además, este software posee entrada de datos intuitiva y brinda diagramas de distancia versus concentración. También, soporta fuentes de tipo: puntual, de área, de volumen y tipo llamarada (flare), a su vez permite analizar un amplio abanico de condiciones meteorológicas (Buitrago Torres & Rojas Gómez, 2017). El modelo SCREEN View permite analizar de manera sencilla el área de estudio pudiendo eliminar la necesidad de tener que realizar un modelado más complejo. Nota: el decreto reglamentario 1074/18, que regula calidad de aire en provincia de Buenos Aires, acepta el uso de este software para la obtención de la Licencia de Emisiones Gaseosas a la Atmósfera (LEGA), cuando hay una única fuente de emisión en una industria de categoría 1 o 2 (menor complejidad).

2.2. Modelo AERMOD View.

AERMOD View es una interfaz amigable con el usuario del modelo de calidad de aire AERMOD desarrollado por la US-EPA. El software puede comprarse a través de la página web oficial de la empresa Web Lakes (https://www.weblakes.com/software/air-dispersion/aermod-view/). Este modelo es más complejo que el anterior ya que requiere más y mejores datos de entrada, tanto meteorológicos, como de la fuente. Por ejemplo, requiere de información de la meteorología de superficie y el perfil vertical de temperaturas del lugar analizado. AERMOD View es un modelo de pluma en estado estacionario, que se basa en las estructuras turbulentas en la capa límite planetaria; es aplicable tanto para zonas rurales como urbanas, así como también se puede usar considerando terrenos planos o complejos. Además, este software permite desarrollar un análisis de múltiples fuentes emitiendo en simultáneo, e incorpora más cantidad de tipos de fuentes incluyendo, a diferencia de SCREEN View, las fuentes de tipo lineales. Para llevar a cabo el modelo, el software cuenta con el programa principal (AERMOD) y dos preprocesadores: AERMET y AERMAP. AERMET calcula los parámetros de la capa límite con el fin de generar perfiles de las variables meteorológicas necesarias, para lo cual requiere del seteo de diversos parámetros, como ser la relación de Bowen, el albedo, entre otros. Por otro lado, AERMAP es un preprocesador de terreno diseñado para simplificar y estandarizar los datos de terrenos de AERMOD (Buitrago Torres & Rojas Gómez, 2017), el cual no es necesario de emplear si se trabaja en terreno plano. Finalmente, se debe destacar que este es el software recomendado por la US-EPA para emplear en regulaciones y controles de calidad de aire, pudiendo aplicarse para cualquier categoría de industria, en especial las de mayor complejidad.

3. EXPERIENCIAS

3.1. La experiencia docente

Desde la cátedra de Contaminación Atmosférica y Control de Emisiones de la UNS, se realizan prácticas empleando software específico para estimar la calidad del aire en zonas linderas a industrias con emisiones provenientes de una fuente fija. La herramienta computacional empleada en clase es Screen View (libre), y aunque posee limitaciones como las mencionadas previamente, permite un acercamiento de los alumnos al modelado de calidad de aire de manera práctica y posible de desarrollar en el horario de clase de la cátedra (2 horas reloj). De este modo, se puede realizar un estudio inicial y que los alumnos sean capaces de determinar

ISBN 978-987-47159-9-9

los factores de mayor influencia que afectan la calidad del aire, lo que les permitirá, en un futuro, tomar decisiones más acertadas como profesionales. Desde la cátedra siempre se han intentado realizar experiencias reales que enriquezcan la formación de los alumnos, no solo mediante el uso de herramientas informáticas sino también mediante prácticas de campo, las cuales han sido previamente presentadas en diversos foros (González Martínez et al., 2022; Grassi et al., 2022b; Grassi et al., 2022c; Grassi et al., 2022d).

Por otro lado, en el marco del plan de estudio de la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la UNS, los alumnos deben realizar un trabajo final de carrera (TFC) para cumplimentar con los requisitos para alcanzar el título de grado. Para ello, es necesario que realicen una pasantía en una empresa o tengan una experiencia de investigación que les permita desarrollar su TFC. Es en esta oportunidad donde es necesario emplear todo lo aprendido en las cursadas y sumarle complejidad, para lograr un trabajo lo más cercano a la realidad como profesionales. Para ello, se propuso realizar un TFC en el cual se emplee el software AERMOD View (pago), con la finalidad de modelar y analizar la calidad de aire en una zona lindante a la UNS, debido al alto tránsito del lugar en horario pico del mediodía (Carrizo et al., 2024). Se debe tener en cuenta que el grupo de investigación en el cual el alumno desarrolló su TFC ya contaba con experiencia en este tipo de tareas (Grassi & Díaz, 2024; Grassi et al., 2022a). Este trabajo requirió no solo varios días de enseñanza del nuevo software y la adaptación del mismo a la ciudad de estudio (Bahía Blanca, Argentina), sino que también fue necesario que el alumno recolecte datos *in situ* para su desarrollo. Esta situación, claramente es muy difícil de realizar en los horarios de clase, ya que demanda no solo tiempo de aprendizaje y explicación personalizada, sino también recolección y análisis de datos de entrada del modelo, así como también una erogación de dinero para la adquisición del software. Sin embargo, genera un desafío personal y conocimiento agregado a los futuros profesionales.

3.2. La experiencia de los alumnos

Desde la experiencia estudiantil, la utilización del software Screen View en la Cátedra de Contaminación Atmosférica y Control de Emisiones durante el año 2023 resultó sumamente positiva. Aprender a utilizar esta herramienta de libre acceso, fue sencillo y ágil. Como alumnos, y contando con los datos necesarios para operar el software, como el caudal másico de emisión de gases, la altura de la chimenea, el diámetro interno, la temperatura del gas, la velocidad de salida del gas de la chimenea y la temperatura del aire circundante, el desarrollo de la actividad y la interpretación de los resultados se convirtieron en una experiencia amena y enriquecedora para la futura vida profesional. Esta experiencia permitió comprender mejor el comportamiento de los contaminantes en la atmósfera emitidos por fuentes fijas, especialmente las plumas de contaminantes provenientes de chimeneas industriales y cómo afectan la calidad del aire. Un aspecto destacable del software es que, tras solo una clase de 2 horas reloj, se pudo aprender a manejarlo y obtener conclusiones valiosas. Este programa proporciona resultados para el peor caso posible a nivel del suelo, estimando la máxima concentración de contaminantes a cualquier distancia de la fuente y a cualquier elevación del terreno (ver FIGURA 2).

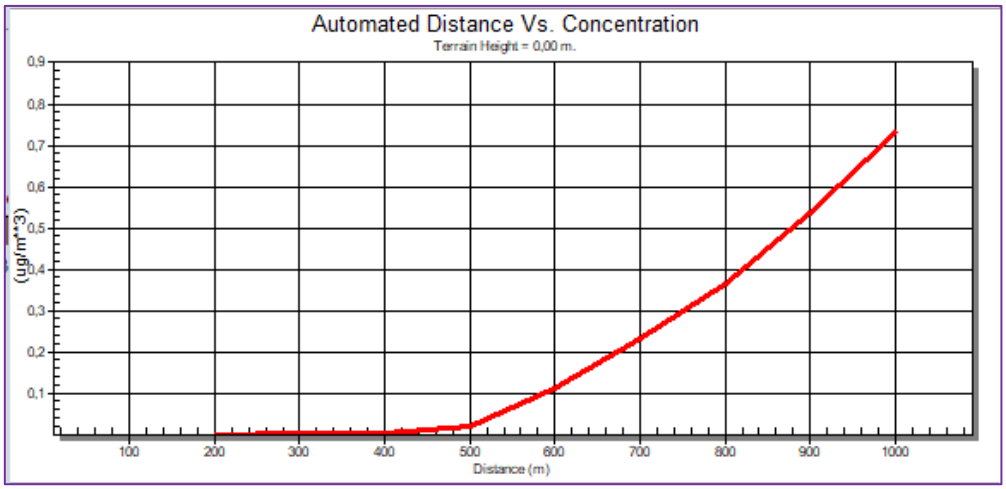


FIGURA 2. *Salida típica del software Screen View para la concentración de CO ($\mu g/m^3$) vs distancia a la fuente fija. Elaboración propia.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Además, si el estudio lo requiere, se pueden obtener valores considerando la presencia de edificaciones cercanas a la fuente de emisión. Otro factor de gran utilidad es la capacidad del software para calcular estas concentraciones máximas a distancias determinadas, tanto a 1 hora reloj como a 8 hora reloj, lo que permite comparar los resultados con la legislación vigente en la localidad donde se esté realizando el análisis. El uso de Screen View también permitió observar cómo un pequeño cambio en un parámetro, como la altura de la chimenea, tipo de estabilidad atmosférica o velocidad de viento, puede afectar significativamente la dispersión de los contaminantes. Esto ayudó a comprender de manera mucho más profunda el comportamiento de las plumas de contaminantes y la importancia de considerar múltiples variables para predecir su impacto en la calidad del aire.

En el marco del desarrollo de un TFC de un alumno de la Licenciatura en Ciencias Ambientales, se utilizó el software AERMOD View para realizar el modelado de dispersión de emisiones provenientes de fuentes móviles que circulan por la zona del Complejo Alem de la UNS. Este es un software avanzado que cuenta con importantes funciones, por ejemplo, permite contemplar las emisiones de múltiples fuentes en un mismo modelado, a su vez estas fuentes pueden ser de distintos tipos: puntuales, volumétricas, lineales o de área. También, se genera como salida una gráfica que consta de un mapa de calor con geolocalización (exportable a Google Earth) en la que se pueden distinguir las diferentes concentraciones de los contaminantes en cuestión (ver FIGURA 3).

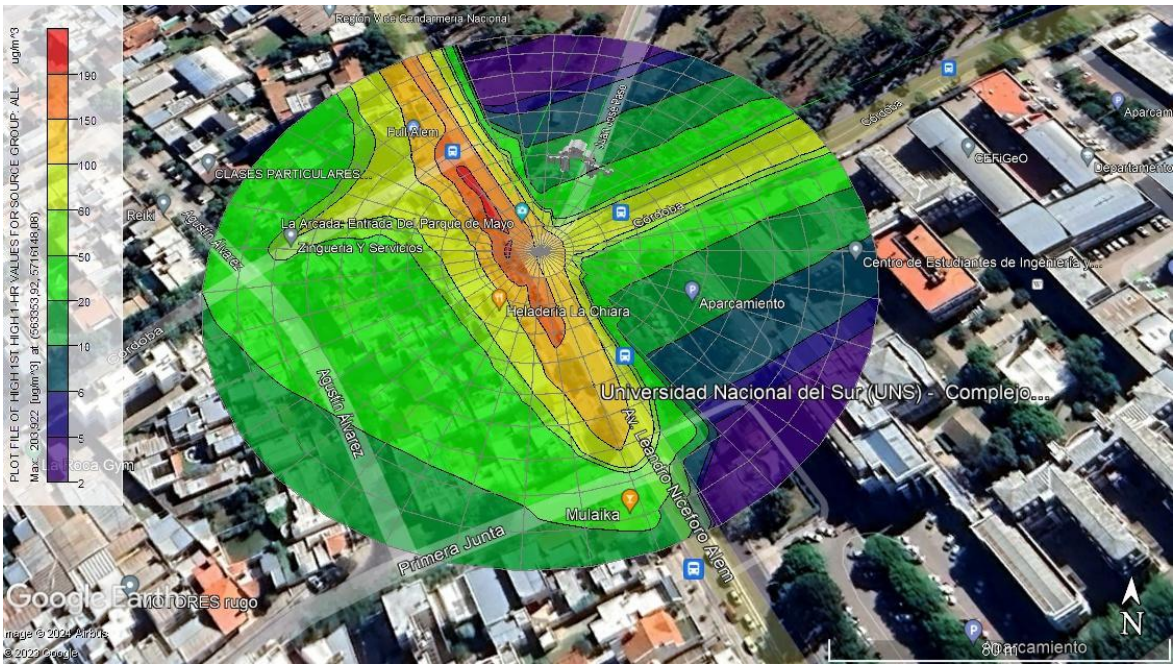


FIGURA 3. *Salida típica del software AERMOD View, exportada a Google Earth, que presenta la dispersión de CO ($\mu g/m^3$) en el área de estudio, considerando múltiples fuentes lineales. Elaboración propia.*

El aprendizaje de este software, llevó aproximadamente 16 horas reloj, lo que incluye el entrenamiento personalizado y luego las consultas particulares. Uno de los objetivos del TFC fue modelar la contaminación atmosférica debida a fuentes móviles en la zona de Complejo Alem de UNS, para lo que fue necesario recolectar 8 meses (agosto 2023 - marzo 2024) de datos de movilidad urbana segmentada, a través de un conteo por visualización directa de filmaciones *in situ* en dos esquinas Alem y Córdoba, y Agustín Álvarez y Córdoba. Con la utilización del flujo vehicular, factores de emisión y dimensiones de las calles, se calcularon tasas de emisión que, junto con datos meteorológicos tomados de la base de datos de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA), específicamente para Bahía Blanca en los años 2023 y 2024, fueron los principales parámetros necesarios para proceder a la utilización de AERMOD View. El aprendizaje, además de días de explicaciones, requirió tiempo para el tratamiento de datos que se necesitaban para adaptar el procedimiento al área de estudio. También debemos considerar que, para poder modelar correctamente la dispersión de las emisiones, los datos meteorológicos se tuvieron que

preprocesar en el software AERMET. Es común que se presenten diferentes problemáticas en el proceso de aprendizaje, por ejemplo, algunos de los valores meteorológicos necesarios no se encontraban disponibles en la base de datos, por lo que tuvieron que ser reemplazados por valores de días cercanos con condiciones meteorológicas similares y en horarios contiguos (de la misma base de datos). Todas estas cuestiones, además de que se trata de un software pago, sugieren que AERMOD View es una herramienta dificultosa para enseñar dentro del contenido de una materia como un tópico más, ya que debe ser desarrollada en varias clases (16 horas reloj). Su utilización se adapta más a un curso de posgrado específico, uso en tesina o en algún módulo diferenciado.

4. CONCLUSIONES

La contaminación del aire es una problemática en las ciudades del mundo, es por ello que contar con herramientas computacionales que nos permitan estudiarla y proyectarla es de gran ayuda para la toma de decisiones basadas en datos. En esta situación, resulta esencial para el desarrollo como futuros profesionales que, alumnos de la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la UNS alcancen su título de grado, conociendo cómo se usan este tipo de softwares y cuáles son sus principales ventajas y desventajas.

Si bien ambos softwares presentados en este trabajo, brindan información sobre la dispersión de contaminantes en la atmósfera, AERMOD (software pago) resulta muy complejo de enseñar en una materia de grado, en comparación con Screen View (software libre). Este último se puede desarrollar en forma completa y con varios ejemplos en una única clase de 2 h reloj. Teniendo en cuenta sus limitaciones, como por ejemplo que solo contempla una única fuente de emisiones, se recomienda a los alumnos que escalen sus conocimientos al uso de AERMOD. Esto se puede lograr con una iniciación en la investigación, una pasantía en alguna consultora/empresa, o con un curso de posgrado específico. De este modo, se completaría el nivel más solicitado por las industrias de alta complejidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente por el financiamiento otorgado para realización de este trabajo al CONICET (proyecto PIP 11220210100683CO), y a la UNS, (proyecto PGI 24/M179). Además, agradecemos al Consejo Interuniversitario Nacional por las becas EVC CIN de iniciación a la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Buitrago Torres, D., y Rojas Gómez, D. (2017). *Estimación de factores de emisión de una ladrillera en la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.* Tesis de Grado. Universidad de La Salle, Colombia. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/476/

Carrizo, F., Grassi, Y., y Díaz, M. (2024). Estudio de la calidad de aire debido a fuentes móviles en puntos estratégicos de Bahía Blanca (Argentina) mediante el modelado de dispersión de gases. Enviado a las *IV Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Ambiente* (julio 2024).

De Visscher, A. (2013). *Air dispersion modeling: foundations and applications*. John Wiley & Sons.

Farzaneh, R., Vallamsundar, S., Jaikumar, R., Venugopal, M., Askariyeh, M., Johnson, J., Li, W., Chavez, M., y Ramirez, I. (2010). Evaluation of air quality models with near-road monitoring data: *Technical Report.* Recuperado de: https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/56552 en julio, 2024.

González Martínez, J., Mayer, A., Carrizo, F., Martin, F., Rial, J., Grassi, Y., y Díaz, M. (2022). Medición manual de calidad de aire (CO y NO_2) en un punto del microcentro de Bahía Blanca (Argentina) en época de alto tránsito vehicular. En el *2º Foro Ambiental*. https://ria.utn.edu.ar/ handle/20.500.12272/7913

Grassi, Y., Brignole, N., y Díaz, M. (2022a). Pandemic impact on urban air pollution and mobility in a Latin American medium-size city. *International Journal of Environmental Studies*, *79*(4), 624-650. https://doi.org/10.1080/00207233.2021.1941662

Grassi, Y., Rial, J., Martin, F., González, M., Ostertag Naumik, L., Pérez Garate, L., Quispe, C., Ríos, L., y Díaz, M. (2022b). Experiencia de nivel universitario de medición de calidad de aire en el microcentro de la ciudad de Bahía Blanca. En Actas de las *XII Jornadas Nacionales y IX Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica*. https://www.aqa.org.ar/images/EducacionQuimica/Jornadas2022.pdf

Grassi, Y., Rial, J., Martin, F., y Díaz, M. (2022c). Metodología de medición manual de CO y NO_2 en el aire urbano de Bahía Blanca, Argentina. En el *VIII Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental*. https://setacargentina.setac.org/wp-content/uploads/ 2022/05/Libro-de-Resumenes-VIII-Congreso-Argentino-SETAC-2022.pdf

Grassi, Y., Rial, J., Sorichetti, A., Martin, F., y Díaz, M. (2022d). Monitoreo de material particulado sedimentable en el aire circundante del predio Alem de la Universidad Nacional del Sur. En el *VIII Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental*. https://setacargentina.setac.org/wp-content/uploads/2022/05/Libro-de-Resumenes-VIII-Congreso-Argentino-SETAC-2022.pdf

Grassi, Y., y Díaz, M. (2024). Urban air pollution evaluation in downtown streets of a medium-sized Latin American city using AERMOD dispersion model. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196, 521. https://doi.org/10.1007/s10661-024-12699-8

Navinya, C., Yadav, S., Karri, R., y Phuleria, H. (2022). Air quality during COVID-19 lockdown and its implication toward sustainable development goals. En *COVID-19 and the Sustainable Development Goals*, 177-210. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91307-2.00008-0

ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2015). *Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.* Recuperado de https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/ en julio, 2024.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1Oe13gohOBLn7SeQT4URmyHcSyoEg0XdK/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 2: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.04

Resumen y video

CON PIESCI EN COLOIDES

Silvina Rapossi

Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
silvina.rapossi@bue.edu.ar

Dora A. Barbiric

Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires (FIUBA), Buenos Aires, Argentina
dbarbiri@fi.uba.ar

Resumen

En respuesta a la convocatoria del Centro de Innovaciones en Tecnología y Pedagogía (CITEP) dependiente de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad de Buenos Aires al desarrollo de estrategias virtuales para el proceso de internacionalización integral del currículo, a partir de una colaboración entre el Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía, y la Facultad de Ingeniería, se desarrolló para Química Física de Ingeniería Química un módulo de aprendizaje interactivo referido al tema de coloides. En una actividad auto-gestionada por el estudiante, éste recorre diversos aspectos que gobiernan la formación y la estabilización de las dispersiones coloidales liofóbicas, como también las condiciones que llevan a la desestabilización de una dispersión, ya sea en la versión reversible (*i.e*. floculación) o bien la irreversible (coagulación). El módulo consiste en una primera parte formativa y una segunda centrada en el objetivo de que el estudiante evalúe la comprensión del tema alcanzada. También encuentra accesible un foro, a través del cual puede contactarse con los docentes. Finalmente, en esta presentación se hace mención de los desafíos y mejoras aún pendientes.

Palabras clave: *PIESCI; internacionalización del currículo; coloides liofóbicos; aprendizaje interactivo; multimedia.*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1tLe1x2GfeDzmCjdsINEYpnQj6p1FhtkU/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.05

UN APORTE METODOLÓGICO PARA LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA COMPUTACIONAL A NIVEL UNIVERSITARIO DE GRADO

Fiorella Cravero

Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (ICIC), Universidad Nacional del Sur (UNS) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Bahía Blanca, Argentina -Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC), Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina.
fiorella.cravero@cs.uns.edu.ar

Gustavo Esteban Vazquez

Departamento de Informática, Facultad de Ingeniería y Tecnologías (FIT), Universidad Católica del Uruguay (UCU), Montevideo, Uruguay.
gustavo.vazquez@ucu.edu.uy

Ignacio Ponzoni

Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (ICIC), Universidad Nacional del Sur (UNS) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Bahía Blanca, Argentina -Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC), Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina.
ip@cs.uns.edu.ar

Mónica Fátima Diaz

Planta Piloto de Ingeniería Química – PLAPIQUI (UNS-CONICET), Camino La Carrindanga 7000, Bahía Blanca (8000), Argentina. -Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Sur (UNS), Av. Alem 1253, Bahía Blanca (8000), Argentina.
mdiaz@plapiqui.edu.ar

Resumen

La quimioinformática se define como la aplicación de técnicas informáticas para resolver problemas en el área química. Inicialmente desarrollada para el ámbito farmacéutico, esta disciplina ha evolucionado hacia otras áreas, como el desarrollo de materiales poliméricos y aleaciones metálicas. En este trabajo, se analiza la problemática de su enseñanza en la Universidad Nacional del Sur (UNS), donde los contenidos actuales están más orientados a la química medicinal, pero por su relevancia existe una necesidad de generar ámbitos para su aprendizaje. Actualmente, las principales dificultades incluyen currículas desactualizadas, falta de docentes capacitados, recursos limitados y un enfoque predominantemente teórico. Como propuesta, se sugiere desarrollar un curso optativo multidisciplinario que integre módulos desde conceptos básicos hasta aplicaciones avanzadas, con la participación de carreras como Química, Computación y Farmacia. El curso utilizaría plataformas como Moodle y herramientas de software abierto, fomentando la colaboración interdisciplinaria y el aprendizaje basado en proyectos. Además, propone establecer vínculos con la industria local para mejorar la relevancia y oportunidades laborales para los estudiantes.

Palabras clave: *Química computacional; nivel universitario de grado; metodología QSAR/QSPR; curado de bases de datos; aprendizaje automático.*

1. INTRODUCCIÓN

La quimioinformática, también denominada química computacional, tuvo sus inicios en las décadas del 50 y 60, donde se desarrollaron los primeros modelos estadísticos y las primeras representaciones moleculares

ISBN 978-987-47159-9-9

en una computadora. Pero recién en las décadas del 70 y 80 tuvo un fuerte crecimiento impulsado por la necesidad de la investigación computacional aplicada al descubrimiento de nuevos fármacos, para lo cual contó con un fuerte apoyo de las farmacéuticas (Wild, 2013). Todas las metodologías y herramientas desarrolladas, fueron evolucionando hacia otros campos de aplicación como por ejemplo el descubrimiento de nuevos materiales poliméricos, aleaciones metálicas, semiconductores, etc. La definición general y más sencilla de quimioinformática la escribieron Johann Gasteiger y Thomas Engel (2003): "es la aplicación de técnicas informáticas para resolver problemas de química". No obstante, hay varias otras definiciones según el campo de estudio. Para los fines de este trabajo, cuyo objetivo es presentar un esquema de un curso introductorio de química computacional, consideraremos que para estar trabajando en esta materia no pueden faltar ciertos elementos básicos como la representación molecular en computadoras, el tratamiento teórico de las mismas, ya sea para la estabilización energética y/o cálculo de propiedades fisicoquímicas, y además el empleo de herramientas informáticas y metodologías de aprendizaje artificial para establecer relaciones entre las propiedades y las estructuras. Si bien se puede profundizar bastante en este campo, para el nivel que se pretende presentar en este esquema de curso, dejaremos en claro cuáles son las bases que incluyen el acceso a datos químicos estructurales y de propiedades, el manejo de estos datos y la aplicación como usuario de algunas herramientas informáticas de modelado.

La quimioinformática ha ganado relevancia en el ámbito científico y tecnológico debido a su capacidad para acelerar el descubrimiento y desarrollo de nuevos compuestos químicos y materiales (Chen, 2006; Miljković y Medina-Franco, 2024). La Universidad Nacional del Sur (UNS), reconocida por su excelencia académica en ciencias y tecnologías, tiene algunos contenidos en la rama de la química medicinal (enfocada al diseño de fármacos), pero aún se enfrenta al desafío de incorporar efectivamente la quimioinformática en general con sus múltiples aplicaciones, en sus programas educativos. Estos contenidos permitirían formar profesionales que puedan desarrollar soluciones innovadoras para los sectores industriales tanto locales, por ejemplo, el petroquímico (sector clave en la región de Bahía Blanca), como internacionales. Si bien se han realizado esfuerzos para cubrir esta necesidad, como la organización de cursos dictados por profesores invitados de otras universidades, estos suelen ser iniciativas temporales y limitadas en su disponibilidad. Además, la mayoría de estos cursos están orientados al posgrado, lo que deja un vacío en la formación de estudiantes de grado, quienes consideramos también deberían estar preparados para enfrentar los retos de esta disciplina desde etapas tempranas de su formación. A pesar de su potencial, existen barreras que impiden una enseñanza óptima de esta disciplina. Este trabajo analiza en particular dichas problemáticas y sugiere estrategias para mejorar la enseñanza de la quimioinformática en la UNS, enfocado a un curso de grado.

1.1. Problemática Actual

Entre los principales puntos a destacar de las dificultades detectadas son:

1.1.1. Currícula desactualizada (¿es necesario una nueva materia? ¿dónde enseñarlo?):

La quimioinformática es un campo relativamente nuevo, en constante crecimiento y actualización. Los conceptos fundamentales de la quimioinformática, como el manejo de bases de datos químicas, el modelado molecular, y la simulación computacional, son complejos y requieren un conocimiento previo tanto en química como en informática. Así como la incorporación de nuevas metodologías de aprendizaje automático que extienden las capacidades de la química computacional clásica.

1.1.2. Complejidad Técnica (¿qué enseñar?):

Podría existir una deficiencia en la formación de docentes especializados, muchos profesores de la UNS pueden no estar plenamente capacitados en las últimas técnicas y herramientas de la quimioinformática. Un desafío común en muchas universidades es la falta de docentes formados específicamente en quimioinformática. Esto implica que los profesores de química e informática no siempre cuentan con el conocimiento interdisciplinario necesario para enseñar los aspectos técnicos y aplicados de la quimioinformática. Esta brecha en la formación docente limita la calidad de la enseñanza y la actualización de los contenidos curriculares.

ISBN 978-987-47159-9-9

1.1.3. Recursos Didácticos Limitados (¿con qué herramientas enseñarlo?):

Existe una carencia de libros de texto y materiales didácticos que aborden la quimioinformática de manera accesible y práctica. La mayoría de los recursos disponibles no están actualizados o son demasiado técnicos, lo que limita la capacidad de los estudiantes para aprender de manera efectiva. En el contexto argentino, el acceso a software especializado en quimioinformática es limitado debido a sus altos costos de licenciamiento. Si bien existen herramientas de código abierto, como RDKit, su adopción es todavía baja y requiere entrenamiento específico que no siempre está disponible en el marco de los programas actuales.

1.1.4. Enfoque Teórico Predominante (¿cómo enseñarlo?):

A menudo, la enseñanza de la quimioinformática se centra en teoría abstracta en lugar de en aplicaciones prácticas. Esto puede llevar a una desconexión entre lo aprendido en el aula y su aplicabilidad en el mundo real, desmotivando a los estudiantes. Además, a menudo, los contenidos teóricos en los cursos relacionados con la quimioinformática no se vinculan con las aplicaciones industriales locales. En Bahía Blanca, la industria petroquímica y las ciencias de los materiales son sectores clave, pero los estudiantes no siempre logran comprender cómo las herramientas de quimioinformática pueden impactar estos sectores.

1.2. Propuesta de un Enfoque Eficaz

Para poder proponer una solución real y a largo plazo es necesario crear una currícula estandarizada y modular que permita a las instituciones adaptar la enseñanza de la quimioinformática a diferentes niveles de conocimiento. Este currículo debe cubrir desde conceptos básicos hasta aplicaciones avanzadas, con módulos que incluyan teoría, laboratorios prácticos, y proyectos interdisciplinarios.

- **Integración en Programas Existentes**: Incorporar módulos de quimioinformática en los programas de licenciatura y posgrado en ADMAT, química, biología, farmacia y ciencias de la computación.
- **Estructura Modular**: Diseñar una currícula que abarque desde conceptos básicos hasta aplicaciones avanzadas, permitiendo flexibilidad y adaptabilidad según el nivel de los estudiantes.

Sin embargo, para avanzar y proponer una solución al alcance de nuestros alumnos proponemos implementar en la UNS **Desarrollo de un Curso Optativo Multidisciplinario de Quimioinformática** que esté disponible para estudiantes de carreras como Licenciatura en Química, Ingeniería en Química, Farmacia, Licenciatura en Ciencias de la Computación, Ingeniería en Computación.

La Web 2.0 se refiere a la evolución de la web que dió lugar a una mayor interacción y participación de los usuarios en comparación con la Web 1.0, que era estática y centrada principalmente en la consulta pasiva de información. La principal diferencia es que la Web 2.0 es dinámica, participativa y colaborativa, donde los usuarios se vuelven protagonistas ya que generan y comparten su contenido y no solo consumen contenido pasivamente. En el curso propuesto, la enseñanza estará mediada por tecnología, se utilizará la plataforma Moodle, que permite gestionar el contenido y la interacción entre estudiantes y docentes. Se implementará un foro de discusión para promover el debate sobre los temas abordados, favoreciendo el intercambio de ideas y la resolución de dudas en un entorno digital. Estas herramientas de la Web 2.0 no solo facilitan el acceso al material educativo, sino que también impulsan un aprendizaje más dinámico, participativo y colaborativo.

Este curso debe abordar desde la representación de estructuras químicas y bases de datos hasta técnicas de modelado predictivo. El objetivo es introducir a los estudiantes a los principios fundamentales de la quimioinformática y su aplicación en sectores relevantes de la región.

Los puntos a tener en cuenta para este curso son:

1.2.1. Colaboración Interdisciplinaria:

Fomentar la colaboración interdisciplinaria entre departamentos de química, biología, informática, y matemáticas para ofrecer un programa integral que refleje la naturaleza multidisciplinaria de la quimioinformática. También, organizar eventos académicos, tales como, conferencias, talleres y seminarios interdisciplinarios que incentiven el intercambio de ideas y la colaboración entre estudiantes y profesores de diferentes áreas.

ISBN 978-987-47159-9-9

1.2.2. Foros de discusión:

Implementar foros de discusión en Moodle, donde estudiantes y profesores puedan interactuar, compartir recursos y resolver dudas de manera colaborativa. Fomentar el uso de GitHub para gestionar y compartir sus proyectos.

1.2.3. Uso de Herramientas Computacionales Accesibles y Software de Código Abierto:

Introducir a los estudiantes en herramientas computacionales accesibles y de código abierto, como RDKit, Open Babel o Jupyter Notebooks, para que puedan aplicar directamente los conceptos aprendidos en la resolución de problemas reales. Estas herramientas permiten a los estudiantes experimentar con datos químicos y realizar análisis sin la necesidad de software costoso o licencias complicadas.

1.2.4. Aprendizaje Basado en Proyectos:

Implementar un enfoque de aprendizaje basado en proyectos donde los estudiantes trabajen en casos de estudio reales, como la predicción de propiedades de nuevos compuestos. Este enfoque no solo refuerza los conceptos teóricos, sino que también fomenta habilidades prácticas esenciales para el trabajo en investigación y la industria. Se propone diseñar proyectos que involucren a estudiantes de diferentes disciplinas para resolver problemas reales utilizando quimioinformática. Estos proyectos permitirían a los estudiantes ver el valor práctico de la quimioinformática en la resolución de problemas relevantes para su entorno.

1.2.5. Colaboración con la Industria Regional:

Establecer vínculos más fuertes entre la UNS y las empresas de la región para que los estudiantes puedan realizar prácticas profesionales y participar en proyectos industriales que involucren la quimioinformática. Este tipo de colaboración fortalecería las oportunidades de inserción laboral y la relevancia de la formación académica en un contexto local.

2. CONTENIDO SUGERIDO DEL CURSO MULTIDISCIPLINARIO DE QUIMIOINFORMÁTICA

A continuación, se describe el programa sugerido para la materia, el cual está dividido en módulos. Los contenidos de los mismos se basan en los libros de Leach y Gillet (2007) y de Wild (2013). Los módulos 1 y 2 brindan el conocimiento mínimo complementario según la formación de los estudiantes, tomando como grandes ramas a la informática y a la química. Para comenzar el módulo 3, el primero propiamente de quimioinformática, será necesario aprobar un cuestionario que certifique haber adquirido los conocimientos de los primeros módulos.

2.1. Módulo 1: Introducción a la Programación para Quimioinformática

Objetivo: Proveer a los estudiantes con los conocimientos básicos de programación necesarios para aplicar herramientas computacionales en quimioinformática.

Temas:

1. Fundamentos de Programación en Python: A) Sintaxis básica: variables, operadores, estructuras de control. B) Funciones y módulos. C) Manejo de archivos y lectura/escritura de datos.
2. Introducción a Jupyter Notebooks: A) Configuración. B) Uso de Jupyter para la ejecución de código. C) Integración de gráficos y análisis de datos.
3. Manipulación de Datos con Pandas: A) Importación y limpieza de datos. B) Operaciones básicas con DataFrames. C) Análisis exploratorio de datos.
4. Visualización de Datos Químicos: A) Uso de Matplotlib y Seaborn para crear gráficos. B) Visualización de moléculas y estructuras químicas.

2.2. Módulo 2: Introducción a la Química para Quimioinformática

Objetivo: Proveer a los estudiantes con los conceptos fundamentales de química necesarios para comprender y aplicar técnicas de quimioinformática.

Temas:

ISBN 978-987-47159-9-9

1. Estructura Atómica y Molecular: A) Modelos atómicos. B) Enlaces químicos y geometría molecular. C) Software de visualización (ChemDraw)
2. Representación de Compuestos Químicos: Representación de moléculas (Fórmulas estructurales, SMILES, InChI).
3. Propiedades Físico-Químicas de Moléculas: Punto de fusión, solubilidad, polaridad.
4. Interacciones Moleculares y Reactividad Química: Fuerzas intermoleculares.

2.3. Módulo 3: Fundamentos de Quimioinformática

Objetivo: Introducir a los estudiantes en los conceptos y técnicas claves de la quimioinformática, sentando las bases para su aplicación en problemas reales.
Temas:

1. Bases de Datos Químicas: A) Tipos de bases de datos (estructurales, propiedades, reacciones). B) Acceso y búsqueda en bases de datos públicas (PubChem, ChEMBL).
2. Representación y Codificación Molecular: A) Generalidades de la representación de moléculas en formatos computacionales. B) SMILES, InChI y MOL: generación y conversión entre diferentes representaciones (OpenBabel).
3. Descriptores moleculares y Fingerprints: A) Definición y tipos de descriptores moleculares. B) Introducción a RDKit y cálculo de descriptores. C) Fingerprints y sus aplicaciones en similitud química.
4. Visualización y Análisis de Moléculas: Uso de RDKit para la visualización molecular.

2.4. Módulo 4: Modelado Molecular y Predicción de Propiedades

Objetivo: Capacitar a los estudiantes en el uso de herramientas de modelado molecular y predicción de propiedades mediante técnicas de aprendizaje automático aplicadas a datos químicos.
Temas:

1. Introducción al Modelado Molecular: A) Conceptos básicos de simulación molecular. B) Conformación molecular y minimización de energía. C) Métodos de simulación (Monte Carlo, Dinámica Molecular).
2. Modelos Predictivos en Quimioinformática: A) Fundamentos de QSPR/QSAR. B) Selección de descriptores relevantes. C) Entrenamiento y validación de modelos predictivos (regresión lineal y logística).
3. Aprendizaje automático para la Predicción de Propiedades: A) Introducción a algoritmos de aprendizaje automático (kNN, Random Forest). B) Implementación de modelos predictivos en Python (scikit-learn). C) Validación cruzada y evaluación del desempeño del modelo. D) Dominio de aplicabilidad.
4. Algunas Aplicaciones Industriales: A) Predicción de propiedades de materiales poliméricos de múltiple aplicación industrial (aeroespacial, construcción, medicina, comunicaciones, etc.). B) Problemática de la polidispersidad (característica de estos materiales).

3. PROYECTOS OPTATIVOS PROPUESTOS PARA EL CURSO MULTIDISCIPLINARIO DE QUIMIOINFORMÁTICA

Estas ideas de proyectos están diseñadas para brindar a los estudiantes una experiencia práctica y aplicada, vinculando el aprendizaje teórico con problemas reales que afectan a la industria en general y a la comunidad de Bahía Blanca en particular. Además, fomentan la colaboración interdisciplinaria y el uso de tecnologías emergentes para abordar desafíos en quimioinformática.

3.1. Proyectos

3.1.1. Predicción de Propiedades Fisicoquímicas de Polímeros para la Industria Petroquímica

Los estudiantes desarrollarán modelos QSPR para predecir propiedades fisicoquímicas claves de polímeros producidos en la industria petroquímica de Bahía Blanca, como PE y PVC, de diferentes pesos

moleculares promedio. El proyecto se enfocará en el uso de datos experimentales disponibles y en la aplicación de técnicas de aprendizaje automático para entrenar modelos predictivos. El objetivo es aplicar técnicas de modelado predictivo para el desarrollo de nuevos materiales, y, además, el análisis de datos para optimizar la selección de materiales ya existentes en procesos industriales. Los estudiantes aprenderán a manejar datos químicos y a desarrollar modelos que puedan predecir con precisión las propiedades de nuevos polímeros.

Conocimientos Aplicados/Reforzados: A) Análisis de datos y minería de datos en química. B) Cálculo y selección de descriptores moleculares. C) Entrenamiento y validación de modelos QSPR. D) Aplicación de algoritmos de aprendizaje automático en Python.

3.1.2. Análisis de la Toxicidad de Compuestos Orgánicos Utilizados en la Industria Química

Los estudiantes llevarán a cabo un análisis exhaustivo de la toxicidad de compuestos químicos utilizados en procesos industriales locales, con un enfoque particular en la industria química de Bahía Blanca, dentro del marco de la química verde. El proyecto implica el entrenamiento de modelos QSAR para predecir la toxicidad, y luego poder evaluar alternativas más seguras para sustituir compuestos potencialmente peligrosos, como los clásicos solventes orgánicos. El objetivo es poder proporcionar recomendaciones basadas en modelos computacionales para la sustitución de compuestos tóxicos por alternativas más seguras en procesos industriales, reduciendo el impacto ambiental y mejorando la seguridad en el lugar de trabajo.

Conocimientos Aplicados/Reforzados: A) Análisis de toxicidad mediante modelos QSAR. B) Evaluación de riesgos químicos. C) Validación de modelos predictivos en toxicología. D) Aplicación de RDKit para el manejo y análisis de estructuras químicas.

4. CONCLUSIONES

La enseñanza de la quimioinformática en la Universidad Nacional del Sur enfrenta desafíos significativos que requieren una respuesta integral que debe adaptarse a las particularidades del contexto argentino, abordando los desafíos de la accesibilidad a herramientas, la falta de formación especializada y la necesidad de conectar el aprendizaje teórico con aplicaciones prácticas. Al desarrollar una currícula estandarizada y modular, implementar un enfoque basado en el uso de software libre, fomentar la colaboración interdisciplinaria, adoptar metodologías de aprendizaje práctico es posible no solo mejorar la formación de los estudiantes, sino también contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras que impacten en la región de manera positiva. La enseñanza de la quimioinformática debe evolucionar para superar las barreras actuales y adaptarse a las necesidades del mundo académico y profesional. La implementación de estas estrategias no solo mejorará la calidad educativa, sino que también formará a una nueva generación de quimioinformáticos capaces de abordar los desafíos complejos que contribuirán al desarrollo científico y tecnológico del país.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente por el financiamiento otorgado para realización de este trabajo al CONICET (proyectos PIP 11220210100683CO y 112-2021-0100600CO), a la UNS, (proyecto PGI 24/M179) y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Argentina (PICT-2019-03350 y PICT-2021-I-INVI-00783).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chen, W. L. (2006). Chemoinformatics: past, present, and future. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *46*(6), 2230-2255.

Gasteiger, J., & Engel, T. (Eds.). (2003). *Chemoinformatics: a textbook*. John Wiley & Sons.

Leach, A. R., & Gillet, V. J. (2007). *An introduction to chemoinformatics*. Springer.

Miljković, F., & Medina-Franco, J. L. (2024). Artificial intelligence-open science symbiosis in chemoinformatics. *Artificial Intelligence in the Life Sciences*, 100096.

ISBN 978-987-47159-9-9

Wild, D. J. (2013). *Introducing cheminformatics: An intensive electronic self-learning guide for new practitioners* (Edition 2.0). Lulu. com.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1RSP9Gx4wamku4-YCij9Uzzp38tsWHAqp/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.06

TRANSFORMACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA FÍSICA Y TERMODINÁMICA: LABORATORIOS VIRTUALES Y ESPACIOS DE APRENDIZAJE DIGITAL EN LA UNSL

Frida C.D. Dimarco Palencia

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
frida2988@gmail.com

Oswaldo Rosas

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
ojrrt55@gmail.com

Vanesa Alejandra Muñoz

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
vamunioz@gmail.com

Mario Guillermo Díaz

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQBF-UNSL), San Luis, Argentina.
marioguillermo678@gmail.com

Resumen

Este trabajo propone un rediseño metodológico para la asignatura de Química Física y Termodinámica, dictada en el segundo año de la Licenciatura en Química de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis. La enseñanza de esta materia presenta retos significativos debido a la complejidad y abstracción de sus contenidos, como las leyes de la termodinámica, propiedades termodinámicas, calorimetría y el ciclo de Carnot. Para enfrentar estos desafíos, se sugiere complementar las actividades prácticas presenciales con un entorno virtual, ampliando el aula tradicional mediante la incorporación de un aula virtual. Este espacio incluiría laboratorios virtuales de Química Física, con el objetivo de mejorar la experiencia educativa y facilitar una comprensión más profunda de los conceptos a nivel molecular.

Palabras clave: *termodinámica; calorimetría; ciclo de Carnot; aula virtual; laboratorio virtual*

1. INTRODUCCIÓN

En la sociedad del conocimiento actual, la educación superior está experimentando una transformación profunda impulsada por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (Vain, 2020). Estas tecnologías han provocado un replanteamiento de los métodos de enseñanza tradicionales, forzando a las instituciones educativas a integrar las TIC como componentes esenciales de sus procesos formativos. Las universidades deben no solo adaptarse a las nuevas demandas tecnológicas, sino también fomentar una apropiación crítica de estas herramientas, asegurando que su integración enriquezca el proceso de enseñanza-aprendizaje (Vain, 2020).

El concepto de laboratorio virtual ha evolucionado. La Reunión de Expertos sobre Laboratorios Virtuales (UNESCO, 2000) lo define como "un espacio electrónico de trabajo diseñado para la colaboración y experimentación a distancia, con el objetivo de investigar o realizar otras actividades creativas, y difundir los resultados a través de tecnologías de información y comunicación". Más específicamente, Sanz y Martínez (2005) describen un laboratorio virtual como una simulación de la realidad, donde los experimentos de

ISBN 978-987-47159-9-9

laboratorio utilizan patrones científicos codificados por un procesador de computadora para obtener respuestas similares a las de la vida real.

En el contexto de la asignatura de Química Física y Termodinámica, la adopción de TIC es crucial. Las disciplinas científicas complejas requieren entornos que faciliten la comprensión de conceptos abstractos, promuevan la experimentación y fomenten la interactividad (Emmungil et. al, 2010; Bhattacharjee et. al, 2009). Las TIC ofrecen oportunidades únicas para reconFIGURAr las prácticas docentes, permitiendo el desarrollo de experiencias de aprendizaje más dinámicas e integradoras. La implementación del Espacio Virtual de Enseñanza-Aprendizaje (EVE-A) es una estrategia clave, ya que permite la creación de actividades educativas que trascienden el aula física, integrando recursos digitales que apoyan tanto el aprendizaje autónomo como el colaborativo (Marotias, 2020).

En 2023, se realizaron encuestas a docentes y estudiantes de la asignatura con el objetivo de identificar áreas de mejora y recopilar información crucial para implementar innovaciones educativas que respondieran a las necesidades de ambos grupos.

Los resultados de la encuesta realizada a 20 docentes de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (3 de ellos pertenecen a la cátedra Química Física y Termodinámica) fueron los siguientes:

- Conocimiento sobre normativa de educación a distancia: El 100% de los docentes encuestados desconocía la normativa que regula la educación a distancia.
- Conocimiento de EVE-A: Todos los docentes conocían los EVE-A y los usarían; sin embargo, el 60% no tenía conocimientos sobre su organización antes del 2020.
- Conocimiento y uso de laboratorios virtuales: El 70% de los docentes desconocía el uso de laboratorios virtuales en otras universidades, aunque el 100% estaría dispuesto a aplicarlos complementariamente a los laboratorios presenciales.
- Preferencia por modalidades de enseñanza: El 57% de los docentes preferiría una modalidad mixta de enseñanza, mientras que el resto no optaría por la modalidad virtual nuevamente.

Por su parte, la encuesta realizada a 18 estudiantes que cursaron la materia reveló lo siguiente:

- Comodidad con la modalidad virtual: El 90% de los estudiantes encontró cómoda la modalidad virtual, pero solo el 25% optaría por clases completamente virtuales en el futuro.
- Material educativo: El 100% consideró que el material subido a las aulas virtuales cumplió su objetivo, aunque el 90% veía el aula virtual más como un banco de materiales.
- Laboratorios virtuales: El 63% había oído hablar de ellos, y el 90% los vio como una buena herramienta, así como el uso de apps para ejercicios.
- Trabajo en grupo: El 63% consideró favorable trabajar en grupos, y el 75% usaría muros colaborativos.

La información recolectada resalta la necesidad de reestructurar la asignatura, integrando las TIC y los laboratorios virtuales como herramientas pedagógicas fundamentales para mejorar el aprendizaje.

1.1. Objetivo General:

- Redefinir la propuesta metodológica de la asignatura "Química Física y Termodinámica" en una modalidad hibrida, utilizando un EVE-A para desarrollar Trabajos Prácticos de Aula (TPA) y Laboratorios Virtuales de Química Física.

1.2. Objetivos Específicos:

- Integrar recursos educativos digitales en el diseño de los TPA y Laboratorios Virtuales de Química Física.
- Implementar un entorno virtual de aprendizaje (Moodle) que permita el control, evaluación y el seguimiento del aprendizaje.

2. METODOLOGÍA

La asignatura Química Física y Termodinámica, dictada en el segundo año de la Licenciatura en Química de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL), es un curso obligatorio con una carga horaria de 150 horas,

ISBN 978-987-47159-9-9

impartido en el segundo cuatrimestre. Cada año, alrededor de 18 estudiantes cursan esta materia, que abarca temas fundamentales como termodinámica y procesos en equilibrio.

Tradicionalmente, la asignatura se ha estructurado en clases que combinan teoría y práctica, utilizando un enfoque dialógico y sintético que facilita la comprensión de conceptos y su aplicación a problemas específicos, como el análisis de máquinas térmicas en la Segunda Ley de la Termodinámica. Además, los estudiantes realizan experimentos de laboratorio bajo la supervisión de los docentes, lo que refuerza el aprendizaje práctico.

El nuevo enfoque metodológico introduce el uso de las TIC, integrando aplicaciones que faciliten la resolución de problemas sumado al uso de laboratorios virtuales de Química Física. Estos recursos se complementan con los Trabajos Prácticos de Aula (TPA), aprovechando plataformas digitales como Moodle. Esta innovación tiene como propósito ofrecer a los estudiantes un aprendizaje más flexible e interactivo, que combine la educación tradicional con el trabajo *u-Learning*, permitiendo el acceso a los contenidos de manera personalizada y ajustada a sus necesidades.

El objetivo central es que los estudiantes se apropien de los conceptos mediante la práctica, empleando metodologías activas que conciben el aprendizaje como un proceso dinámico y participativo. De esta forma, se promueve que los estudiantes se conviertan en protagonistas de su propio aprendizaje, asumiendo un rol activo y crítico en su formación (Edelstein, 2023).

2.1 Redefinición de los TPA

Los trabajos prácticos de aula tradicionales serán complementados con actividades virtuales, empleando materiales multimedia y recursos interactivos que faciliten la comprensión de los conceptos teóricos y prácticos. Esto permitirá a los estudiantes interactuar con los contenidos de manera dinámica y personalizada, ajustando el ritmo de aprendizaje a sus propias capacidades.

Las TIC desempeñarán un papel fundamental en este proceso, con Moodle como plataforma central de enseñanza. Esta plataforma integrará materiales didácticos, actividades interactivas y foros de discusión, promoviendo una interacción continua entre estudiantes y docentes. Además, Moodle permitirá un seguimiento detallado del progreso académico de cada estudiante. Paralelamente, los laboratorios virtuales replicarán las condiciones de un laboratorio real, brindando la oportunidad de realizar experimentos que refuercen la comprensión de los conceptos teóricos. La correcta selección de estos laboratorios virtuales es esencial para cumplir con los objetivos de cada trabajo práctico, ya que una elección adecuada garantiza que las actividades virtuales complementen eficazmente con las prácticas de aula de la asignatura. Esto, a su vez, contribuye al desarrollo de competencias y ofrece una visión más integral del tema estudiado (Fontana, 2021).

2.2 Integración de TICs para el Estudio de la Termodinámica

En el tema Primera Ley de la Termodinámica, se integrará una aplicación móvil, Thermonator (Google Play, n.d.) (FIGURA 1) que permite a los estudiantes calcular propiedades termodinámicas como trabajo y calor en procesos isotérmicos e isocóricos, además de visualizar los caminos seguidos en estos procesos.



FIGURA 1: *Captura de pantalla de la aplicación THERMONATOR (Google Play, n.d.).*

ISBN 978-987-47159-9-9

Esta herramienta facilita cálculos rápidos para diferentes sustancias, reforzando conceptos, ecuaciones, y leyes de la termodinámica. Además, ayudará a los estudiantes a dibujar ciclos y procesos en gráficos de Presión versus Volumen.

Luego se implementará el uso de un laboratorio virtual sobre Calorimetría (Blogspot, n.d.) (FIGURA 2). Este laboratorio, es completo en su dimensión conceptual, no requiere instrumental complejo para su enseñanza, el uso de este simulador ofrece una experiencia más enriquecedora. Los estudiantes podrán asignar parámetros definidos por los tutores y observar los resultados con mayor tranquilidad, repitiendo la experiencia tantas veces como sea necesario para afianzar su comprensión.

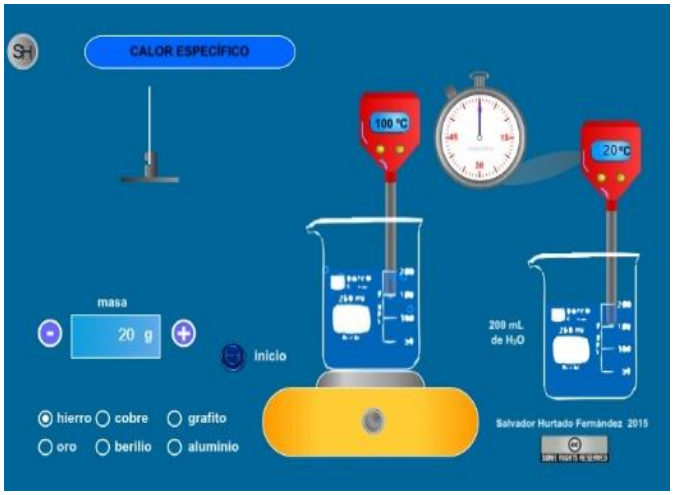


FIGURA 2: *Recurso web de un simulador del Laboratorio de Calorimetría para determinar calor especifico (Blogspot, n.d.).*

El estudio de la Segunda Ley de la Termodinámica incluye el análisis de máquinas térmicas, como el ciclo de Carnot. Para profundizar en este concepto, los estudiantes deben identificar las etapas del ciclo, calcular la eficiencia de las máquinas térmicas y analizar las transferencias de calor, lo que resulta desafiante debido a la complejidad de los procesos involucrados.

Para facilitar la comprensión y el análisis de estos temas, se utilizará un simulador interactivo que representa gráficamente los pasos del ciclo y permite el análisis de datos claves, como la eficiencia y las transferencias de calor, aspectos que resultan difíciles de interpretar solo de forma teórica. El simulador también ayuda a determinar propiedades fundamentales, como la relación entre presión y volumen en las distintas etapas del ciclo (LearnChemE, n.d.) (FIGURA 3).

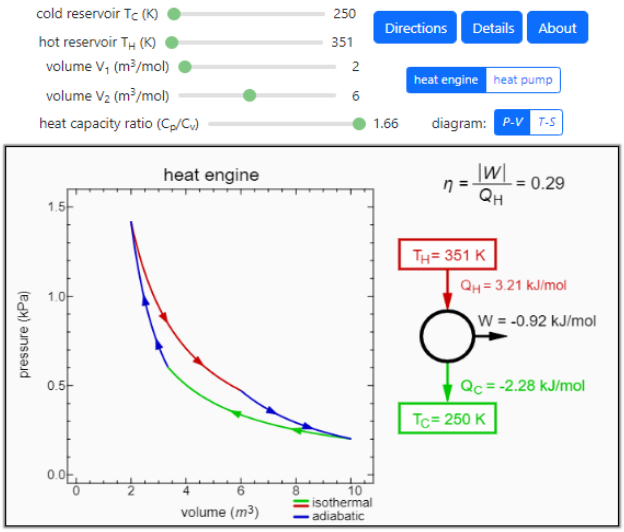


FIGURA 3: Captura de pantalla del simulador correspondiente al Ciclo de Carnot (LearnChemE, n.d.)

ISBN 978-987-47159-9-9

La visualización interactiva ofrece un apoyo para que los estudiantes conecten los conceptos teóricos con los resultados observados en el simulador, lo que mejora su comprensión y retención del contenido. Además, esta representación visual favorece un aprendizaje más significativo, ya que los estudiantes pueden manipular directamente los parámetros del ciclo y observar cómo influyen en el rendimiento de la máquina térmica. Esto promueve un aprendizaje activo, donde los alumnos no solo reciben información, sino que también la aplican y experimentan de manera directa.

3. CONCLUSIONES

Es esencial reestructurar tanto los contenidos como la metodología de enseñanza para adaptarse a las nuevas realidades educativas y satisfacer las necesidades de los estudiantes. El uso de herramientas Virtuales no solo servirá para organizar y distribuir contenidos, sino que también proporcionará un entorno adecuado para desarrollar habilidades críticas. Además, la implementación tanto de aplicaciones digitales como de laboratorios virtuales representará un nuevo enfoque educativo, al mejorar y enriquecer el proceso de aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bhattacharjee, J., y Paolini, P. (2009). Effect of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on achievement and attitude in physics at secondary level. *Research in Science & Technological Education, 27*(3), 271-282.

Blogspot. (n.d.). Calor específico. *Labo Virtual*. https://labovirtual.blogspot.com/search/label/calor%20espec%C3%ADfico

Edelstein, G. (2023). El "análisis en clave didáctica" de las prácticas docentes y la construcción de conocimiento profesional para la enseñanza. En G. Edelstein, *Pensar y recrear las prácticas de la enseñanza* (pp. 80-93). EDULP.

Emmungil, M., y Geban, Ö. (2010). The effectiveness of computer-based instruction: A comparative study. *Innovations in Education and Teaching International, 47*(1), 15-26.

Fontana, A. (2021). El docente como curador de contenidos digitales: la artesanía de orientar en tiempos de algoritmos. Instituto Superior de Estudios Pedagógicos. https://isep-cba.edu.ar/web/2021/08/11/el-docente-como-curadorde-contenidos-digitales-la-artesania-de-orientar-en-tiempos-de-algoritmos/

Google Play. (n.d.). Thermonator. *Google Play Store*. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.xmuzzers.thermonator&hl=es_AR

LearnChemE. (n.d.). Carnot Cycle Ideal Gas. *University of Colorado Boulder*. https://learncheme.github.io/demos/CarnotCycleIdealGas/index.html

Marotias, A. (2020). La educación remota de emergencia y los peligros de imitar lo presencial. *Revista Hipertextos, 8*(14), 173-177. https://doi.org/10.24215/23143924e025

Sanz, J. A., y Martínez, A. M. (2005). Defining virtual laboratories and simulators: a comparison. *Computers & Education, 44*(1), 17-27.

UNESCO. (2000). Reunión de Expertos sobre Laboratorios Virtuales. Retrieved from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000124097

Vain, P. D. (2020). Especialización en Docencia Universitaria. Módulo IV: Orientaciones teórico-metodológicas para el diseño de propuestas mediadas por TIC. Producción de materiales educativos. Taller Práctica de Intervención Académica. *Universidad Nacional de La Plata*.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1WSkIduI5P5WX-KLe3o5S4V4IDY-9jmyC/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Actas XIII Jornadas Nacionales y X Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica – JEQUSST 2024

Bloque: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.07

APRENDIZAJE COLABORATIVO EN QUÍMICA ORGÁNICA: EXPLORANDO CARBOHIDRATOS CON CHEMSKETCH

Gabriela Ohanian

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Mendoza, Argentina
gabrielaohanian@gmail.com

Karina Garro

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Mendoza, Argentina
kmgarro@gmail.com

Daniela Fernández

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Mendoza, Argentina
danndez@yahoo.com.ar

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta didáctica para enseñar estructuras de carbohidratos en la asignatura Química Orgánica de la carrera de Ingeniería Química. La actividad se centra en el proceso de elaboración de cerveza y utiliza el software ChemSketch para representar moléculas. Los estudiantes, organizados en parejas, resuelven ejercicios sobre monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, aplicando conceptos como carbono anomérico, enlace glicosídico, epímero, azúcar reductor e hidrólisis en un contexto de proceso y producto industrial. La evaluación se realiza mediante una rúbrica que considera aspectos como la administración del tiempo, la presentación del trabajo, el trabajo en equipo, la búsqueda de información y el manejo de herramientas digitales. Los resultados muestran una buena participación de los estudiantes y un alto nivel de desempeño. El uso de ChemSketch enriquece la experiencia de aprendizaje, permitiendo acompañar los conceptos teóricos con representaciones modelizadas.

Palabras clave: *Química Orgánica; carbohidrato; aprendizaje colaborativo; estructuras moleculares; software Chemsketch*

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la Química Orgánica suele considerarse como difícil y complejo, debido a la intricada naturaleza de los mecanismos de reacción, la gran cantidad de información y la abstracción requerida para comprender la estructura tridimensional de las moléculas y sus interacciones. Además, su aprendizaje exige paciencia y práctica, desafío que se intensifica con el uso de metodologías pedagógicas tradicionales. Por esta razón, es fundamental implementar estrategias innovadoras y efectivas que faciliten el aprendizaje, incorporando recursos digitales que favorezcan la comprensión, tal como lo han señalado diversos autores (Santillán-Lima et al, 2024, Daza Pérez et al, 2009).

Hace muchos años, desde el inicio de nuestra labor docente, hemos utilizado modelos moleculares en las clases para facilitar la visualización de las estructuras tridimensionales de las moléculas. Sin embargo, esto no resultó ser suficiente. Posteriormente, comenzamos a usar el software ChemSketch para simplificar la creación de ejercicios, exámenes y otros materiales didácticos, logrando una mayor rapidez y eficiencia. Más recientemente, hemos implementado el uso de estas herramientas en el aula de forma práctica e interactiva, permitiendo a los estudiantes practicar con el software mientras aprenden sobre las características de los compuestos orgánicos (Orrego Riofrio, 2021).

ChemSketch es un software educativo gratuito que permite construir y visualizar en 3D estructuras moleculares, desde compuestos simples hasta macromoléculas. No requiere conexión a Internet y facilita la creación de ecuaciones químicas, estructuras y diagramas de laboratorio. Con una interfaz intuitiva y atractiva

ISBN 978-987-47159-9-9

para estudiantes, ofrece herramientas interactivas que permiten explorar grupos funcionales, asignar nombres IUPAC y manipular moléculas con funciones avanzadas, como rotación y visualización en colores. Además, cuenta con plantillas de iones y moléculas, y permite agregar texto y dibujos, lo que lo convierte en una herramienta versátil para el aprendizaje.

La Universidad Tecnológica Nacional (UTN) ha adoptado, para sus carreras de Ingeniería, las Competencias Genéricas y Específicas de Egreso formuladas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) de Argentina (CONFEDI, 2018). Los egresados de la UTN no sólo deben poseer conocimientos, sino también la capacidad de aplicarlos efectivamente en situaciones prácticas. Este "saber hacer" no se obtiene únicamente a través de la adquisición de conocimientos teóricos, sino que es el resultado de la integración de una compleja estructura de saberes, habilidades, destrezas, actitudes y valores. Para lograrlo, es imprescindible que este enfoque sea reconocido explícitamente en el proceso de aprendizaje, de modo que la propuesta pedagógica contemple actividades que faciliten su desarrollo (Ordenanza 1875, 2022). En esta actividad, se promueve el fortalecimiento de las competencias sociales, enfocadas en la capacidad de desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y comunicarse efectivamente en forma oral y escrita.

2. OBJETIVOS

A partir de esta propuesta, se espera alcanzar los siguientes objetivos:

2.1. Objetivos generales:

- Promover el uso de los equipos portátiles en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Promover el trabajo en red y colaborativo, la discusión y el intercambio entre pares, la realización en conjunto de la propuesta, la autonomía del estudiante y el rol del docente como orientador y facilitador del trabajo.
- Estimular la búsqueda y selección crítica de información proveniente de diferentes soportes, la evaluación y validación, el procesamiento, la jerarquización, la crítica y la interpretación.

2.2. Objetivos específicos:

- Reconocer la estructura química de los hidratos de carbono y sus formas de representación empleando herramientas informáticas (programa para representar moléculas).
- Nombrar de manera correcta los monosacáridos y disacáridos y dibujar sus estructuras a partir de sus nombres.
- Aplicar conceptos de carbono anomérico, enlace glicosídico, epímero, azúcar reductor, hidrólisis química y enzimática.

3. METODOLOGÍA

Se diseñó una secuencia didáctica sobre estructuras de carbohidratos para los estudiantes de la asignatura Química Orgánica de segundo año de la carrera de Ingeniería Química en la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional. Esta secuencia, con un enfoque integrador, actuó como cierre del tema y consistió en una actividad colaborativa en la que los estudiantes, organizados en parejas, debieron resolver una serie de ejercicios relacionados con los carbohidratos. Al finalizar, la actividad fue evaluada a través de la plataforma Moodle, donde los estudiantes subieron su solución en un archivo de Word al aula virtual de la cátedra.

La propuesta consistió en trabajar la importancia de los carbohidratos en el proceso químico de elaboración de cerveza, enfocándose específicamente en almidón, maltosa, sacarosa, fructosa y glucosa. Esta actividad se vinculó con los contenidos tratados previamente en el aula sobre los carbohidratos. De este modo, se retomó la clasificación de los glúcidos según su complejidad, en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, además de la función de los hidratos de carbono como fuente y almacén de energía. Finalmente, se abordó nuevamente el concepto de isomería, poniendo especial énfasis en los estereoisómeros.

ISBN 978-987-47159-9-9

Los estudiantes utilizaron distintos recursos de información, tales como internet, biblioteca digital de la universidad, apuntes tomados en clase y libros de texto.

Luego de la lectura de un breve texto sobre el proceso de elaboración de cerveza, los estudiantes procedieron a resolver las siguientes actividades:

1. Representar empleando el programa ChemSketch o similar, la estructura de la maltosa y resaltar en ella el enlace glIcosídico y los carbonos anoméricos.
2. Responder:
   a. ¿Cuál será el resultado de la prueba de Fehling sobre el mosto de la cerveza antes de fermentar? Justificar la respuesta.
   b. Indicar otro método por el cual el almidón presente en la cebada podría hidrolizarse.
3. Representar en Chemsketch (o similar):
   a. El epímero de la glucosa en el carbono 4 en proyección Fischer y Haworth. Escribir su nombre.
   b. Un disacárido no reductor, a partir de la glucosa y su epímero en C4, y nombrarlo.
4. Investigar en internet.
   a. El dulzor de la maltosa en comparación con la fructosa y la sacarosa
   b. Escriba el nombre de una de las empresas proveedoras de maltosa y algunos datos técnicos de dicho disacárido. ¿Con qué fin se utiliza en la industria cervecera?

4. RESULTADOS

Participaron en la actividad, cincuenta y dos (52) estudiantes, disponiendo de dos horas para completarla. Los dispositivos empleados fueron principalmente notebooks, compatibles con el sistema operativo Windows (FIGURA 1).



FIGURA 1. *Fotografía tomada durante el desarrollo de la actividad*

Para la evaluación, se confeccionó una rúbrica que se entregó a los estudiantes junto con la tarea solicitada, de forma que conocieran previamente cuáles eran las expectativas y los niveles de corrección de sus trabajos. Los resultados obtenidos durante la propuesta fueron evaluados por los docentes de la cátedra utilizando los siguientes indicadores o criterios:

1) Administración del tiempo y cumplimiento de los objetivos propuestos.
   Los estudiantes demostraron capacidad de planificar y distribuir el tiempo asignado entre las distintas etapas del trabajo, lo que se refleja en la calidad y puntualidad de las entregas. Además, cumplieron con los objetivos planteados de manera efectiva.
2) Presentación ordenada y lógica del trabajo, con claridad en la exposición de ideas.
   La evaluación final por parte de los docentes acerca de la calidad general del trabajo indicó que los estudiantes demostraron una excelente capacidad para organizar y presentar sus trabajos de manera lógica y ordenada. La redacción fue clara y precisa, lo que evidenció una buena exposición de ideas. Los recursos visuales utilizados fueron pertinentes y contribuyeron a la claridad del trabajo
3) Trabajo en equipo: Cooperación y diálogo efectivo con el compañero.

ISBN 978-987-47159-9-9

Los estudiantes fueron capaces de llevar adelante de manera satisfactoria el trabajo en conjunto, en un clima de escucha y respeto por las ideas del otro, debatiendo sobre las ideas con sus pares. Sin embargo, no todas las parejas mostraron buena comunicación entre ellos ni un aporte equitativo.

4) Búsqueda de información relevante y pertinente.
   Los estudiantes demostraron una notable habilidad para la búsqueda de información pertinente, mostrando capacidad para sistematizarla y para discernir entre datos importantes y aquellos que no lo son.
5) Manejo de herramientas digitales, como ChemSketch u otros programas similares.
   Los estudiantes demostraron habilidades prácticas en el manejo del software, especialmente en el tratamiento de estructuras de los carbohidratos.
6) Demostración de conocimientos sobre el tema, con aplicación adecuada de conceptos teóricos y prácticos.
   Los estudiantes aplicaron correctamente conocimientos, habilidades y capacidades previas al momento de resolver los problemas.

La FIGURA 2 muestra capturas típicas de las estructuras químicas solicitadas en la actividad.

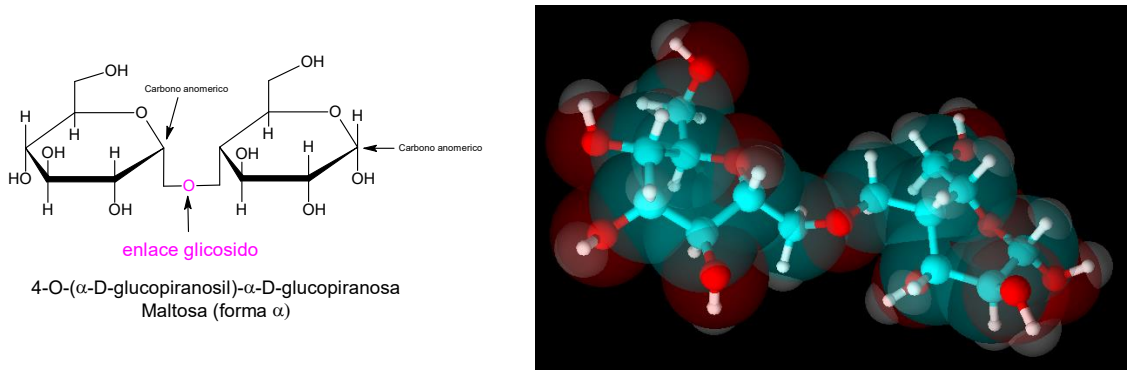


FIGURA 2. *Capturas de pantalla del trabajo en clase. Molécula de Maltosa. Elaboración propia, obtenida del programa Chemsketch*

5. CONCLUSIONES

La respuesta de los estudiantes mostró un buen nivel de participación en clase y los resultados fueron satisfactorios de acuerdo con la corrección de la actividad por parte de los docentes, según los criterios prefijados. La mayoría de los estudiantes consideró que se trataba de una actividad interesante y manifestó una excelente disposición para trabajar de manera colaborativa con sus compañeros, utilizando dispositivos electrónicos y herramientas informáticas para tal fin. El uso del software ChemSketch y la posibilidad de asociar los conceptos con la construcción de representaciones modelizadas resultó en una experiencia enriquecedora, motivadora e integradora desde el enfoque de competencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONFEDI (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina*. Ediciones Universidad FASTA.

Daza Pérez, E., Gras-Marti, A., Gras-Velázquez, A., Guerrero Guevara, N., Gurrola Togasi, A., Joyce, A., Mora-Torres, E., Pedraza, Y., Ripoll, E., y Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación química*, *20*(3), 320-329. Recuperado en 15 de septiembre de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000300004&lng=es&tlng=es

ISBN 978-987-47159-9-9

Ordenanza N° 1875. (15 de junio de 2022). *Diseño curricular de Ingeniría Química – Plan 2023.* Universidad Tecnológica Nacional.

Orrego Riofrio M. y Velozo Chulli, K. (2021). *Simulador CHEMSKETCH como recurso didáctico para el aprendizaje de química orgánica con los estudiantes de sexto semestre en la carrera de Pedagogía de las Ciencias* Experimentales Química y Biología periodo octubre 2020 – marzo 2021. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7578

Santillán-Lima, G., Caichug-Rivera, D., Santillán-Lima, J., Molina-Granja, F y Lara-Basantes, C. (2024). Enseñanza de la química orgánica mediada por las TIC. *Revista Universidad y Sociedad*, *16*(3), 150-156. Epub 30 de junio de 2024. Recuperado en 15 de septiembre de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202024000300150&lng=es& tlng=es.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1gTC0CPfP6qmPWjyu-JD6DMhH_xmxzxKK/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.08

LA REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE GEOMETRÍAS MOELCULARES EN QUÍMICA: UN ENFOQUE INTERACTIVO

Nicolás Borassi

Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina
nborassi@gmail.com

Resumen

La enseñanza de las Ciencias Químicas requiere de la búsqueda e implementación de herramientas pedagógicas que faciliten la comprensión de fenómenos que no son accesibles a simple vista y que tengan un impacto significativo en el aprendizaje. El constante avance tecnológico ha permitido desarrollar nuevos dispositivos capaces de conectar el mundo real con el virtual, resultando de gran interés educativo en disciplinas científicas. En particular, el surgimiento de la Realidad Aumentada como tecnología inmersiva ha demostrado ser una herramienta útil en la enseñanza de la Química. El presente trabajo ha consistido en el diseño y puesta en práctica de un recurso de Realidad Aumentada como herramienta para la enseñanza de geometrías moleculares bajo la Teoría de la Repulsión de los Pares Electrónicos de Valencia en un curso preuniversitario de Química. La efectividad de la propuesta educativa se analizó a través de una encuesta a 73 estudiantes, quienes han valorado positivamente la experiencia al facilitarles la visualización tridimensional de las estructuras moleculares y resultarles innovador y entretenido. También pudo observarse que la Realidad Aumentada es un recurso poco explorado en el curso, presentando potencial para continuar con su uso a futuro.

Palabras clave: *química; realidad aumentada; universidad; educación; innovación.*

1. INTRODUCCIÓN

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología emergente en continua expansión tan innovadora como internet en sí mismo (Craig, 2013). El objetivo principal de esta tecnología es la coexistencia del mundo real y virtual a través de la superposición de objetos tridimensionales en el espacio físico en tiempo real mediante dispositivos electrónicos. Esta herramienta brinda al usuario una experiencia inmersiva por solapamiento de la realidad y la virtualidad, cobrando interés en el sector educativo al tener la posibilidad de potenciar la enseñanza y el aprendizaje si es empleada correctamente. Esta cualidad distintiva de la RA la convierte, para algunos académicos, en una de las herramientas más sobresalientes del siglo XXI. En efecto, se ha encontrado que la implementación de RA en cursos educativos ha logrado incrementar la motivación de los estudiantes. En este sentido, el rol docente resulta fundamental para el diseño de propuestas interactivas que logren una incentivación intrínseca. En particular y en referencia a la RA, resulta fundamental el escalamiento visual de los objetos inmersivos y la habilidad del docente para superponer información relevante para el usuario (Bower, 2014).

La Química ha comenzado a ser objeto de aplicación directa de enseñanza mediada por RA al colaborar en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. En especial, permite el acceso a la representación tridimensional de moléculas y sus interacciones, que usualmente requieren de la capacidad de abstracción al no ser accesibles a simple vista (Mazzuco, 2022). Dentro de los desafíos que presenta su implementación se encuentran la oferta de recursos disponibles, dificultades técnicas de uso, y la resistencia de los docentes a emplear esta herramienta (Sirakaya, 2020). Aplicada a la enseñanza de la Química, la implementación de RA a través de aplicaciones para dispositivos móviles ha logrado que los estudiantes puedan manipular moléculas en el espacio tridimensional y aprender de manera independiente en contextos donde solían emplearse representaciones bidimensionales (Kailer, 2020), favoreciendo el desarrollo de competencias espaciales y complementando el aprendizaje (Macariu, 2020). El presente trabajo pretende incorporar esta tecnología en un curso preuniversitario de Química para la enseñanza y el aprendizaje de las diferentes geometrías moleculares desde una nueva perspectiva.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos generales

- Diseñar e implementar una propuesta educativa innovadora en Química mediada por tecnologías inmersivas.
- Incentivar a los estudiantes en el estudio de la Química a través de la incorporación de herramientas tecnológicas emergentes.
- Desarrollar nuevas habilidades y competencias digitales en el aprendizaje de la Química.
- Estimular el pensamiento científico a través del aprendizaje autónomo en Química vinculado a la resolución de problemas mediante el trabajo en equipo.

2.2. Objetivos específicos

- Introducir la Realidad Aumentada en el contexto de una clase de Química para un curso preuniversitario destinada al estudio y análisis de las geometrías moleculares.
- Fomentar el razonamiento crítico de la población estudiantil en torno a la Teoría de la Repulsión de los Pares Electrónicos de Valencia a través de la observación de estructuras tridimensionales.
- Analizar el impacto de las tecnologías emergentes como la Realidad Aumentada en la enseñanza y el aprendizaje de las geometrías moleculares en Ciencias Químicas desde la perspectiva del alumnado a fines de crear nuevas herramientas pedagógicas que colaboren en su desarrollo cognitivo.

3. METODOLOGÍA

El curso preuniversitario de Química presenta una serie de unidades temáticas dentro de las cuales se halla la Teoría de la Repulsión de los Pares Electrónicos de Valencia (TRePEV) a fines de aprender sobre geometrías moleculares y fuerzas intermoleculares para luego analizar la influencia de las interacciones intermoleculares en las propiedades de la materia.

Se seleccionó una comisión por un total de 73 estudiantes de dicho curso y se le introdujo al tema a través de una clase expositiva de los conceptos claves que involucró la vinculación de los contenidos aprendidos en la unidad temática anterior referidos a estructuras de Lewis en compuestos moleculares, que constituyen una representación bidimensional, con la forma tridimensional de dichos compuestos y que pueden ser entendidas en torno a los postulados de la TRePEV (FIGURA 1).

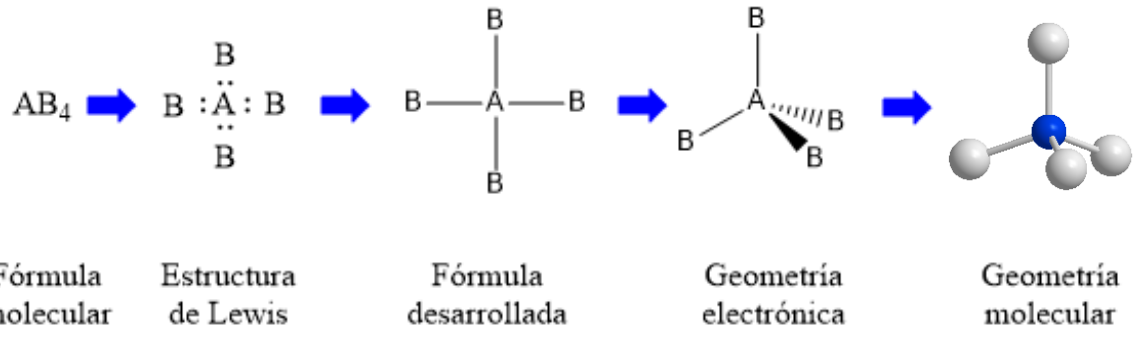


FIGURA 1. *Secuencia didáctica empleada en la introducción de los contenidos asociados a la Teoría de la Repulsión de los Pares Electrónicos de Valencia para el estudio de geometrías moleculares.*

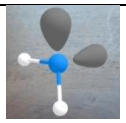
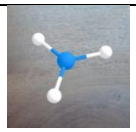
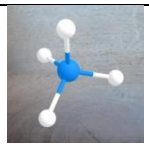
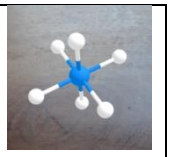
Durante la clase expositiva, se analizaron las siguientes geometrías moleculares posibles a través de sus dibujos bidimensionales: lineal, angular, triangular plana, piramidal trigonal, tetraédrica, bipiramidal trigonal y octaédrica. Se contemplaron los casos en que las geometrías electrónicas coinciden con las geometrías moleculares, y aquellos donde esto no sucede debido a la presencia de dominios electrónicos libres. Luego, se

ISBN 978-987-47159-9-9

analizó la polaridad de los enlaces individuales y se la vinculó a cada geometría molecular presentada a fines de determinar la polaridad molecular a través de ejemplos concretos.

Una vez finalizada la explicación del tema, se escribieron en pizarra 7 fórmulas moleculares correspondientes a cada una de las geometrías moleculares presentadas anteriormente. Se invitó a la población estudiantil a dividirse en grupos y se repartió un código QR/link diferente a cada uno de ellos. Cada grupo procedió a escanear el código QR mediante sus teléfonos inteligentes, conectados a la red WiFi de la institución, y observó la representación tridimensional de una geometría molecular mediante Realidad Aumentada. Luego, los grupos seleccionaron la molécula escrita en pizarra que se ajusta a la geometría analizada, justificando oralmente su elección en base a los conceptos y secuencia lógica aprendida según la TRePEV, indicando sus ángulos aproximados de enlace y la polaridad molecular (TABLA I).

TABLA I. *Geometrías moleculares estudiadas mediante Realidad Aumentada y moléculas a seleccionar en cada caso.*

Geometría molecular observada mediante RA	 Lineal	 Angular	 Triangular plana	 Piramidal trigonal	 Tetraédrica	 Bipiramidal trigonal	 Octaédrica
Molécula	CO_2	H_2O	BF_3	NH_3	CH_4	PCl_5	SF_6
Ángulo de enlace esperado	180°	<109,5°	120°	<109,5°	109,5°	90°, 120°	90°
Polaridad molecular	No polar	Polar	No polar	Polar	No polar	No polar	No polar

Se realizó una encuesta anónima a cada estudiante para evaluar su experiencia en la actividad. La encuesta consistió en las siguientes preguntas:

1) ¿Habías experimentado antes la Realidad Aumentada? Sí/No/No sabe-No contesta
2) ¿Habías experimentado antes la Realidad Aumentada para aprender Química? Sí/No/ No sabe-No contesta
3) ¿Consideras que esta actividad te ayudó a visualizar las geometrías moleculares en el espacio? Sí/No/No sabe-No contesta
4) ¿Quisieras volver a emplear Realidad Aumentada para aprender Química? Sí/No/ No sabe-No contesta
5) Describe brevemente tu experiencia en esta actividad.

4. RESULTADOS

La encuesta realizada tras finalizar la actividad arrojó los siguientes resultados (Tabla II):

TABLA II. *Resultados de las preguntas 1 a 4 de la encuesta realizada a 73 estudiantes sobre la actividad mediada por Realidad Aumentada.*

Variable	*Porcentaje (%)*		
	Sí	*No*	*No sabe/No contesta*
¿Habías experimentado antes la Realidad Aumentada?	30,1	69,9	0,0
¿Habías experimentado antes la Realidad Aumentada para aprender Química?	8,2	91,8	0,0
¿Consideras que esta actividad te ayudó a visualizar las geometrías moleculares en el espacio?	97,3	0,0	2,7
¿Quisieras volver a emplear Realidad Aumentada para aprender Química?	98,6	1,4	0,0

Se observa que el 30,1% de los estudiantes encuestados presentó experiencia en el uso de RA, de los cuales el 8,2% había empleado RA para aprender Química. Por otro lado, el 97,3% considera que la actividad les

ISBN 978-987-47159-9-9

ha ayudado a visualizar las geometrías moleculares en el espacio, y el 98,6% manifiesta intención de emplear nuevamente RA en el aprendizaje de la Química.

En cuanto a la pregunta 5 de la encuesta, se presenta en forma de nube de palabas las descripciones de los 73 estudiantes encuestados (FIGURA 2):



FIGURA 2. *Nube de palabras acerca de la experiencia en la actividad de geometrías moleculares mediada por Realidad Aumentada sobre total de 73 estudiantes encuestados.*

Se encuentra que las palabras *ayuda, buena, divertida, entender, entretenida, facilita, increíble, innovador, interesante, útil* se repiten con mayor frecuencia acorde a su tamaño.

5. CONCLUSIONES

La propuesta diseñada para el aprendizaje de geometrías moleculares mediante la incorporación de Realidad Aumentada como herramienta pedagógica ha impactado positivamente en la población estudiantil, ayudando a los estudiantes en el proceso de visualización de estructuras tridimensionales por sobre sus representaciones planas.

La introducción de una tecnología inmersiva en el aula a través del uso de dispositivos electrónicos colaboró en la motivación de los estudiantes para resolver la situación problemática propuesta, generando una intención de reutilización de la herramienta a futuro.

La encuesta permitió observar que la Realidad Aumentada, en general, y su uso como herramienta de aprendizaje en Química, en particular, ha sido escasamente explorada por los estudiantes, convirtiéndola en un recurso innovador y con potencial educativo en la disciplina.

Se considerará a futuro la implementación de la Realidad Aumentada en el aprendizaje de estructuras moleculares de mayor complejidad como los compuestos orgánicos con diferentes funcionalidades.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Orgoly LLC (USA) y MyWebAR por las herramientas de realidad aumentada utilizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., Grover, D. (2014). Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International, 51*(1), 1–15. https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400

Craig, A. (2013). *Understanding Augmented Reality. Concepts and applications*. Elsevier Inc.

Kailer, J. et al. (2020). Interacting with Three-Dimensional Molecular Structures Using Augmented Reality Mobile App. *Journal of Chemical Education, 97*(10), 3877-3881. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00387

Macariu, C., Iftene, A., Gifu, D. (2020). Learn Chemistry with Augmented Reality. *Procedia Computer Science*, 176, 2133-2142. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.250

Mazzuco, A., Krassmann, A., Retegui, E., Salcedo, R. (2022). A systematic review of augmented reality in chemistry education. *Review of Education, 10*(1), 1-26. https://doi.org/10.1002/rev3.3325

Sirakaya, M., Sirakaya, D. (2020). Augmented reality in STEM education: a systematic review. *Interactive Learning Environments, 30*(8), 1556-1569. https://doi.org/10.1080/10494820. 2020.1722713

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1mfDg_qaJYqIUeysg2BG1nmgMvziUFdDe/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.09

INNOVACIÓN PEDAGÓGICA EN QUÍMICA: APLICACIÓN DE IA EN LA COMPRENSIÓN DE LAS PROPIEDADES COLIGATIVAS

Luis Federico La Morgia

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (IML), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
flamorgia@csnat.unt.edu.ar

María Laura Andina

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (IML), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
lauraandina@csnat.unt.edu.ar

María de Lourdes Gultemirian

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (IML), Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Instituto de Biodiversidad Neotropical CONICET - Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
lgultemirian@csnat.unt.edu.ar

Resumen

El trabajo presenta una propuesta innovadora para la enseñanza de las propiedades coligativas en química general utilizando inteligencia artificial (IA) como herramienta pedagógica. Dirigido a estudiantes de primer año de carreras de ciencias biológicas, el enfoque busca abordar los desafíos de motivación y comprensión en alumnos que no han elegido la química como vocación principal. Se diseñó un asistente de IA que actúa como simulador y tutor personalizado, guiando a los estudiantes a través de actividades prácticas y teóricas, adaptándose a sus niveles de competencia. El asistente fue evaluado mediante pruebas de consistencia, adaptabilidad e integridad, demostrando ser una herramienta efectiva en la mejora del aprendizaje significativo. La metodología incluye una secuencia didáctica estructurada en seis días, combinando clases teóricas, prácticas y de laboratorio, culminando en una evaluación integral. Los resultados muestran una mejora notable en la comprensión y aplicación de los conceptos, evidenciada en el rendimiento académico de los estudiantes. La propuesta concluye que la integración de la IA en la enseñanza de química no solo facilita un aprendizaje más dinámico y personalizado, sino que también prepara mejor a los estudiantes para enfrentar desafíos académicos y profesionales futuros.

Palabras clave: *inteligencia artificial; enseñanza de química; propiedades coligativas; aprendizaje significativo; tecnología educativa.*

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química, especialmente en niveles iniciales de educación superior, enfrenta el desafío de motivar a estudiantes cuya orientación vocacional no está directamente relacionada con esta disciplina. La asignatura Química General, incluida en el plan de estudios de las carreras de Licenciatura en Ciencias Biológicas y Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Naturales e IML-UNT, es un claro ejemplo de esta situación. Los estudiantes, en su mayoría, no eligen esta materia como parte de su formación específica, pero su comprensión es esencial para una formación integral en ciencias biológicas (Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996).

Para abordar este desafío, se ha incorporado la inteligencia artificial (IA) generativa como una herramienta pedagógica que puede facilitar un aprendizaje más significativo, siguiendo los principios de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (Ausubel, 1968). La IA, en este contexto, actúa como un mediador

ISBN 978-987-47159-9-9

tecnológico que no solo ofrece la oportunidad de practicar y aplicar conocimientos en nuevos contextos, sino que también puede personalizar la experiencia de aprendizaje según las necesidades y el nivel de competencia de cada estudiante (Sawyer, 2014).

Las propiedades coligativas, que incluyen la disminución de la presión de vapor, el aumento del punto de ebullición, la disminución del punto de congelación y la presión osmótica, son conceptos fundamentales en química que tienen amplias aplicaciones en biología y medicina (Atkins & De Paula, 2010). La comprensión de estas propiedades permite a los estudiantes relacionar fenómenos químicos con procesos biológicos esenciales, como la regulación osmótica en células o el transporte de nutrientes y desechos en organismos vivos.

Sin embargo, para fortalecer el análisis y su aplicación, es necesario incluir investigaciones más recientes que discutan el uso de IA en entornos educativos, como lo señalan estudios actuales sobre la enseñanza personalizada en STEM (Ciencia Tecnología Ingeniería y Matemáticas), (Smith & Johnson, 2020).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es evaluar la efectividad de la IA como herramienta pedagógica en la enseñanza de las propiedades coligativas en química general. De manera específica, se busca:

- Mejorar la comprensión de las propiedades coligativas mediante el uso de simulaciones y tutorías personalizadas basadas en IA.
- Relacionar las propiedades coligativas con la concentración de solutos en soluciones y su relevancia biológica.
- Fomentar la capacidad de los estudiantes para realizar cálculos relacionados con las propiedades coligativas, utilizando herramientas matemáticas y conceptuales.
- Aplicar los conceptos en contextos biológicos, como la regulación osmótica en células y el transporte de nutrientes.

3. METODOLOGÍA

3.1 Diseño de asistente de IA

El diseño del asistente de IA se basó en la necesidad de crear un entorno de aprendizaje interactivo y personalizado, que pudiera guiar a los estudiantes en la comprensión de conceptos complejos de química. El asistente "ISAAC" fue programado para actuar como un simulador y tutor con el programa Hugging Face, siguiendo un enfoque pedagógico constructivista, donde los estudiantes son guiados a través de actividades que promueven la construcción activa de conocimiento (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978; Mollick, 2023).

El asistente de IA fue diseñado con las siguientes características clave:

- *Asistente Simulador*: La IA fue configurada para presentar escenarios simulados en los que los estudiantes debían aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas. Por ejemplo, en la simulación de la presión osmótica en células biológicas, los estudiantes tuvieron que ajustar variables para mantener el equilibrio osmótico en diferentes condiciones.
- *Tutor Personalizado*: El asistente proporcionó retroalimentación inmediata y personalizada, ajustando la dificultad de los ejercicios según el desempeño del estudiante. Además, la IA ofrecía sugerencias y pistas en caso de que los estudiantes mostraran dificultades para resolver los problemas planteados.

3.2 Prompt completo utilizado

Se diseñó un prompt específico para desarrollar el asistente ISAAC: "Asume el papel de asistente simulador y creador de escenarios, en donde eres un científico investigador con experiencia en docencia universitaria en la asignatura química general, que puede guiar a los estudiantes en la búsqueda de información y en el desarrollo de la actividad. Tu objetivo es proporcionar explicaciones claras, identificar áreas de dificultad, evaluar el conocimiento del estudiante, dar retroalimentación constructiva y mantener la motivación del estudiante. Guíalos en este proceso, para que sea un aprendizaje exitoso. Sigue estos pasos para interactuar con el estudiante:

ISBN 978-987-47159-9-9

1-Saludo y Presentación Saluda al estudiante y preséntate como un científico experto en propiedades coligativas para ayudarlo en su trabajo de investigación

2- Identificación de Dificultades - Pregunta si hay algún concepto específico que el estudiante encuentre difícil o que no entienda completamente. - Pide al estudiante que explique brevemente qué está preparando y dónde necesita ayuda. Ejemplo de respuesta:

"¿Hay algún concepto específico que encuentres difícil o que no entiendas completamente? Cuéntame un poco sobre lo que están preparando para esta entrega y cómo te gustaría que te ayudara."

3- Luego vas a proporcionar explicaciones y recursos personalizados, siempre relacionando la propiedad coligativa seleccionada con algún ejemplo de la biología que puedan desarrollar los alumnos.

4- Ofrece distintos ejemplos de la aplicación de este tema en la naturaleza para que ellos seleccionen uno para desarrollar.

5- Realiza una lista de todas las fuentes consultadas siguiendo un formato de citación adecuado (APA, MLA, etc.).”

3.3 Pruebas del assistente de IA

Para garantizar la efectividad del asistente de IA, se realizaron varias pruebas antes de su implementación en el aula:

1. Pruebas de Consistencia: Se evaluó la capacidad del asistente para guiar consistentemente a los estudiantes a través de los conceptos de propiedades coligativas, asegurando que la IA mantuviera un enfoque pedagógico coherente a lo largo de la interacción.

2. Pruebas de Adaptabilidad: Se probó el asistente con estudiantes de diferentes niveles de competencia. La IA demostró la capacidad de adaptar sus respuestas y el nivel de dificultad según el desempeño individual del estudiante, proporcionando un soporte adicional a aquellos con más dificultades y desafíos más complejos a los estudiantes avanzados.

3. Pruebas de Integridad: Se verificó la capacidad del asistente para mantener la coherencia en su retroalimentación incluso en conversaciones largas o cuando los estudiantes presentaban objeciones o preguntas complejas.

3.4 Secuencia didáctica

El proceso de enseñanza se estructuró en seis días, cada uno con actividades diseñadas para consolidar los conocimientos sobre propiedades coligativas:

- Día 1: Se realizó una introducción a las propiedades coligativas mediante una clase invertida. Los estudiantes visualizaron previamente un video disparador, que fue discutido en clase para construir colectivamente los conceptos.

- Día 2: La clase se centró en la profundización de conceptos, con énfasis en la disminución de la presión de vapor, el aumento del punto de ebullición, la disminución del punto de congelación y la presión osmótica. Los estudiantes resolvieron problemas prácticos en clase, con la asistencia de la IA.

- Día 3: Los estudiantes participaron en una clase práctica donde aplicaron los conocimientos teóricos en estudios de casos biológicos y médicos, utilizando simulaciones proporcionadas por la IA.

- Día 4: Se llevó a cabo una clase de laboratorio donde los estudiantes midieron experimentalmente el punto de congelación y ebullición de diferentes soluciones, comparando los resultados experimentales con los valores teóricos.

- Día 5: Se repasaron los conceptos clave y a la resolución de dudas, preparando a los estudiantes para la evaluación.

- Día 6: Se realizó una evaluación teórica y práctica, donde se incluyeron tanto los conocimientos adquiridos como las habilidades experimentales desarrolladas durante el curso.

3.5 Consigna de trabajo para los estudiantes

Trabajo Práctico: "Exploración de las Propiedades Coligativas y su aplicación en biología"

Objetivo: El objetivo de esta actividad es investigar y comprender las propiedades coligativas de las soluciones y su aplicación en el campo de la biología.

ISBN 978-987-47159-9-9

Consigna: Cada grupo deberá elegir una propiedad coligativa y explorar cómo se manifiesta y se presenta en un contexto biológico mediante el siguiente procedimiento.

a) Elección del Tema:

- Seleccionar una de las siguientes propiedades coligativas para el informe:
- Disminución del punto de congelación.
- Elevación del punto de ebullición.
- Disminución de la presión de vapor.
- Presión osmótica.

b) Investigación:

- Investigar sobre la propiedad coligativa seleccionada y su relevancia en la biología.
- Explorar aplicaciones prácticas y ejemplos en el campo biológico (por ejemplo, cómo las células regulan la presión osmótica, la preservación de tejidos mediante la crioprotección, etc.).
- Utilizar fuentes confiables como libros de texto, artículos científicos y recursos en línea.

c) Consulta con Asistente de IA:

- Consultar a nuestro asistente de IA ISAAC, diseñado específicamente para este curso. Este asistente actúa como un científico investigador y puede guiar a los estudiantes en la búsqueda de información y en el desarrollo de la actividad.

Para acceder a ISAAC, puedes ingresar al siguiente enlace: EL CIENTÍFICO ISAAC

d) Desarrollo del Informe:

- El informe debe incluir:

1. Portada: Incluye el título del trabajo, integrantes del grupo y fecha.
2. Índice: Organiza las secciones del informe.
3. Introducción: Describe brevemente la propiedad coligativa seleccionada y su importancia general.
4. Desarrollo: Explica en detalle la propiedad coligativa seleccionada; describe cómo esta propiedad se aplica en la biología, con ejemplos específicos; analiza uno o más estudios de caso o experimentos relacionados.
5. Conclusión: Resume los hallazgos y discute la relevancia de la propiedad coligativa en el contexto biológico.
6. Referencias: Realiza una lista de todas las fuentes consultadas siguiendo un formato de citación adecuado (APA, MLA, etc.).

- Formato: El informe debe tener una extensión de entre 1500 y 2000 palabras, utiliza una fuente legible (Times New Roman, Arial, tamaño 12), interlineado 1,5 y márgenes de 2,5 cm.

3.6 Evaluación del aprendizaje

La evaluación de los estudiantes se realizó mediante una rúbrica detallada que consideró tanto el rigor científico como la claridad y coherencia en la presentación de los conceptos. Los criterios evaluados incluyeron:

- *Elección y Aplicación de la Propiedad Coligativa*: Se evaluó la capacidad de los estudiantes para explicar claramente la propiedad seleccionada y su aplicación en un contexto biológico.
- *Investigación y Rigor Científico*: Se valoró la profundidad y precisión de la investigación realizada, así como el uso de fuentes confiables.
- *Explicación y Aplicación de Conceptos*: Se midió la claridad y precisión en la explicación de los conceptos, así como la capacidad para aplicarlos en ejemplos prácticos.
- *Estructura y Claridad del Informe*: Se evaluó la organización del informe, su claridad y la correcta utilización del formato de citación.
- *Uso de Fuentes y Citaciones*: Se revisó el uso adecuado de fuentes de información y la correcta aplicación del formato de citación.
- *Conclusión y Relevancia*: Se analizó la capacidad del estudiante para resumir los hallazgos y discutir la relevancia biológica de la propiedad coligativa estudiada.

3.7 Recolección de datos

El impacto del asistente de IA en el aprendizaje de los alumnos se analizó de dos maneras:

ISBN 978-987-47159-9-9

1. Comparación de las evaluaciones de alumnos que utilizaron la IA con la de los alumnos que no utilizaron la IA. Los alumnos al finalizar el tema realizan una evaluación, entonces se comparó el porcentaje de alumnos aprobados en años anteriores con aquellos que cursaron la materia en el año donde se implementó el uso de la IA
2. Encuesta a los alumnos. Al finalizar el cursado se realiza una encuesta al alumno sobre las modalidades implementadas y en este caso se pidió que compare su entendimiento entre el tema de propiedades coligativas donde utilizó la IA con los demás temas donde la evaluación de los conceptos no la utilizaba.

4. RESULTADOS

La implementación del asistente de IA en la enseñanza de las propiedades coligativas mostró resultados positivos. Los estudiantes mejoraron notablemente su capacidad para realizar cálculos relacionados con estas propiedades y para comprender su relevancia en procesos biológicos. Además, la IA permitió a los estudiantes enfrentarse a escenarios prácticos que simulan situaciones del mundo real, lo que fomentó un aprendizaje más activo y significativo. Esto se vio reflejado en las clases prácticas y de laboratorio donde el docente pudo profundizar mejor los conceptos trabajados en la teoría.

La participación activa de los estudiantes en la resolución de problemas prácticos y en la aplicación de conceptos en el laboratorio resultó en un aumento del rendimiento académico. Al analizar las evaluaciones del tema se observó un incremento del 20% de alumnos aprobados, con respecto a los años donde no se utilizó la IA como herramienta. Estas evaluaciones reflejaron una mayor comprensión de los conceptos, así como una mejora en las habilidades experimentales.

Los estudiantes que utilizaron el asistente de IA mejoraron significativamente en la realización de cálculos relacionados con las propiedades coligativas y en la comprensión de su aplicación en procesos biológicos. La interacción activa con simulaciones prácticas resultó en una mayor retención de conceptos como se evidenció en las evaluaciones. Estos resultados positivos también se reflejan en las encuestas donde la apreciación de los alumnos fue que el uso de la IA como herramienta fue de gran utilidad para la comprensión y planteo de las situaciones problemáticas de los problemas.

5. CONCLUSIONES

La integración de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica en la enseñanza de la química, específicamente en el tema de las propiedades coligativas, ha demostrado ser altamente efectiva para promover un aprendizaje más dinámico, personalizado y significativo. La IA no solo facilitó un aprendizaje más personalizado y adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes, sino que también promovió un entorno de aprendizaje más interactivo y dinámico.

La capacidad de la IA para simular escenarios y ofrecer retroalimentación inmediata permitió a los estudiantes aplicar sus conocimientos en contextos nuevos, mejorando su capacidad para resolver problemas complejos y para integrar conceptos químicos con aplicaciones biológicas. También permitió al alumno tener un mejor rendimiento académico en el cursado de la materia.

Se recomienda replicar este enfoque en otras disciplinas científicas y temas que se abordan en la materia, aprovechando las capacidades de la IA para crear experiencias de aprendizaje adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes, y contribuyendo a una mejor preparación para desafíos futuros tanto académicos como profesionales. Poder inculcar al alumno que la utilización de la IA como herramienta ayuda a su desempeño académico para tener una buena formación que garantice su preparación para la vida profesional.

ISBN 978-987-47159-9-9

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atkins, P., & De Paula, J. (2010). *Atkins' Physical Chemistry*. Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/atkins-physical-chemistry-9780199543373

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart, and Winston.

Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Open University Press. https://openresearch-repository.anu.edu.au/handle/1885/179349

Mollick, ER y Mollick, L. (2023). *Actividades educativas con IA: siete enfoques para estudiantes, con Prompts*. Escuela Wharton de la Universidad de Pensilvania y Wharton Interactive (11 de junio de 2023)

Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.

Sawyer, R. K. (Ed.). (2014). *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (2nd ed.). Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/books/cambridge-handbook-of-the-learning-sciences/82EBF5C13B73161BAA1AB22A2C173C15

Smith, L., & Johnson, T. (2020). Artificial Intelligence in STEM Education: A Personalized Approach. Educational Technology Research and Development Journal.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674576292

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/17q2fGdwRcJ4-5GuwknTqbLj99wPcv7Ge/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 2: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.13

Resumen y video

INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INTERACTIVA PARA EL ANÁLISIS ÁCIDO-BASE EN ESCUELA TECNICA

Marcelo Omar Castillo

Instituto Superior de Formación Docente 802, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.
pebhcuantica@gmail.com

Carolina Choque

Instituto Superior de Formación Docente 802, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.
cchoqueisfd@gmail.com

Resumen

La enseñanza de la química se transforma constantemente, incorporando metodologías y tecnologías que preparan a los estudiantes para los desafíos actuales. Este artículo explora estrategias innovadoras, destacando la potenciometría, el uso de Excel y VBA, y la importancia del pensamiento computacional. La potenciometría es una técnica analítica que permite medir el potencial eléctrico de una solución, facilitando la determinación de concentraciones iónicas. Su aplicación en el aula mejora la comprensión de conceptos químicos a través de prácticas significativas. Por otro lado, Excel, con sus macros programadas en Visual Basic for Applications (VBA), permite automatizar tareas y personalizar procesos. Esta herramienta no solo optimiza el análisis de datos, sino que también proporciona habilidades prácticas valiosas para el futuro laboral de los estudiantes. Finalmente, el pensamiento computacional se convierte en una competencia esencial, fomenta el abordaje sistemático de problemas complejos y estimula la creatividad. Invertir en estas áreas no solo beneficia a los estudiantes individualmente, sino que enriquece la enseñanza de la química, creando un ambiente educativo más dinámico y colaborativo.

Palabras clave: *valoración potenciométrica; tecnología educativa; Química; educación; creatividad.*

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1G1LsM4xSJsz7zlffsyehVi5w4pGvZS26/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 2: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.14

Resumen y video

INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DIGITALES EN LA ENSEÑANZA DE ISOMERÍA EN QUÍMICA ORGÁNICA I: UNA PROPUESTA PARA LA EDUCACIÓN INTERACTIVA Y ACCESIBLE

Maricel Caputo

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
maricelcaputo2@gmail.com

Daniela Caichug Rivera

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.
danyrivera2010@live.com

Javier Carreras

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.
gjcarreras@gmail.com

Elías López

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
eliaslopez567@gmail.com

Matías Pila

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
matias.pila89@gmail.com

Danila Ruiz

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
ruizdanila@gmail.com

Resumen

La propuesta tiene como objetivo fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de isomería en Química Orgánica I (asignatura dictada en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de la Plata) mediante el uso de herramientas digitales económicas y accesibles. Se busca facilitar la comprensión de dicho tema haciendo uso de simuladores moleculares gratuitos, como ChemSketch, MolView y Aumented, y videos educativos de plataformas como Khan Academy y edX. También promueve la colaboración estudiantil a través de plataformas descentralizadas como Google Drive y Discord, y considera la implementación de certificación digital mediante blockchain usando herramientas como Badgr. La metodología utilizada combina clases teórico-prácticas con soporte digital, aprendizaje basado en proyectos y evaluación continua a través de cuestionarios interactivos en plataformas como Quizizz, Google Forms y Quizlet. Se espera que esta propuesta aumente la interactividad y el compromiso de los estudiantes, desarrollando habilidades digitales aplicables en otros contextos. La implementación se llevará a cabo en tres fases: capacitación docente, aplicación en el aula, y evaluación para luego realizar los ajustes necesarios.

ISBN 978-987-47159-9-9

Palabras clave: isomería; simuladores; Química; Orgánica; educación digital.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1JVRG3PfDAoOC7NCYf2yWPJ8AiSJ2oPW5/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.15

IMPLEMENTACIÓN DE UN AULA EXTENDIDA MEDIADA POR REDES SOCIALES EN DOS NIVELES DE QUÍMICA ORGÁNICA. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO

Juan Cruz Suárez

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
juancruzsuarez02@gmail.com

Nahuel Bouzas

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
nahuel964@gmail.com

Valentina Failla Salaverry

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
valufailla@gmail.com

Belén León

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
belenleon0622@gmail.com

Camila Peluso

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
camipeluso@gmail.com

Guido A. Oppezzo

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
guido.oppezzo@gmail.com

M. Sol Shmidt

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
solshmidt@gmail.com

Resumen

Mediante el aula extendida acompañamos el aprendizaje de la Química Orgánica, ofreciendo distintas vías de acceso a los contenidos disciplinares. Utilizando Discord como plataforma, es posible crear una comunidad virtual para el aprendizaje colaborativo, donde los alumnos interactúan alcanzando soluciones solidarias. Este proceso enriquece la comprensión de diferentes aspectos de un tema y ayuda a conocer qué contenido falta comprender, desarrollando destrezas que permiten aprender a aprender. Los alumnos principiantes hacen un uso moderado del espacio. Los principales desafíos implican conocer contenidos conceptuales totalmente nuevos, la representación tridimensional y los mecanismos de reacción. En

ISBN 978-987-47159-9-9

cambio, los alumnos más avanzados logran aplicar creativamente las herramientas aprendidas, y el intercambio colaborativo se incrementa significativamente, convirtiendo al aula extendida en una herramienta sumamente valiosa. Para abordar las dificultades encontradas en el curso de Química Orgánica básica, actualizamos recursos didácticos disponibles en la web, para facilitar la visualización tridimensional y la comprensión de los mecanismos de reacción. Brindamos material contextualizado para favorecer el aprendizaje autónomo. El aula extendida enriquece la interacción y el aprendizaje, promoviendo un ambiente inclusivo. La incorporación de ayudantes de cátedra al diseño y adaptación de estrategias han sido fundamentales para el éxito de la propuesta.

Palabras clave: *Química Orgánica, Discord, aula extendida, aprendizaje colaborativo, inclusión*

1. INTRODUCCIÓN

En 2010, se creó el aula virtual de Química Orgánica I en Moodle para ofrecer diversos recursos que faciliten la comprensión de los mecanismos de reacción, las prácticas de laboratorio y el estudio de la materia en general. Mediante la incorporación de tecnologías educativas intentamos promover nuevas formas de aprendizaje ofreciendo distintas vías de acceso a los contenidos disciplinares (Farré, 2013). La tecnología como mediadora de contenidos proporciona canales enriquecidos para la apropiación, reelaboración y reconstrucción del conocimiento a través de la valoración de la imagen, de los procesos perceptivos y de las problemáticas de la modelización, de la interactividad y de las narrativas hipertextuales (Lion, 2006). La utilización de recursos digitales de apoyo permite al estudiante asimilar los contenidos conceptuales a través de una representación tecnológicamente mediada. Independientemente del soporte, el alumno debe desarrollar habilidades de lectura activa de la mediación, para poder construir, apropiar y aplicar el conocimiento. La tecnología, entonces, tiene consecuencias no sólo sobre el sujeto sino también en la forma en que el sujeto se relaciona con el contenido (de Pablos Pons, 2003).

Por otro lado, el aprendizaje colaborativo surge del intercambio y construcción de conocimiento en el seno de pequeños grupos de iguales. Sin ser la única forma de aprender, ofrece ventajas en relación a una mayor retención de lo aprendido, promueve el pensamiento crítico a partir del debate de contenidos a aprender, y favorece el desarrollo de competencias para estructurar y expresar ideas. La diversidad de conocimientos y formas de apropiación del grupo contribuye positivamente al proceso de aprendizaje, al tiempo que reduce la ansiedad que provocan las situaciones individuales de resolución de problemas. El aprendizaje que consigue cada individuo incrementa el aprendizaje del grupo y sus integrantes alcanzan mayores niveles de rendimiento académico (García Sanz, 2008).

Con el objetivo de acompañar el aprendizaje de la materia, se creó un aula extendida que respetara el ritmo y los estilos de aprendizaje de los alumnos, y promoviera caminos individuales y autónomos, en donde los alumnos tomen un rol más activo. El *blended learning* (*b-learning*) combina la enseñanza presencial con las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC´s) no presenciales y numerosos investigadores reconocen el potencial de esta estrategia dado que capitaliza lo mejor de ambos modos de enseñanza (Bartolomé, 2004). Las actividades virtuales se realizaron utilizando foros en Moodle, bajo la modalidad de aprendizaje colaborativo en aula extendida, en algunas comisiones.

En esta modalidad de intercambio en el aula extendida, los estudiantes plantearon sus dudas, respondieron a las preguntas de sus compañeros, finalizando con la supervisión del docente. La característica asincrónica de la interacción permitió a los alumnos tomarse el tiempo necesario para organizar las ideas, estructurar lo aprendido y darle forma al conocimiento que faltaba entender. Se aclararon dudas, mejoró la calidad de las respuestas, favoreció la construcción de conocimiento y la capacidad de expresarlo. La imposibilidad de utilizar fórmulas químicas en el foro de Moodle y el limitado acceso a internet, condicionaron la expansión de una propuesta muy valorada.

Tiempo después, los avances tecnológicos facilitaron el acceso a teléfonos celulares con cámara, redes sociales y conexión a Internet. Las redes sociales ofrecen herramientas y plataformas que facilitan la comunicación, la colaboración y el acceso a recursos educativos diversificados, contribuyendo así a la creación de experiencias de aprendizaje más ricas y contextualizadas (Salguero Barba, 2023). Retomando la estrategia de aula extendida, utilizamos un grupo cerrado en la red social Facebook para acompañar el curso de Química

ISBN 978-987-47159-9-9

Orgánica II, asignatura correlativa que continúa con el aprendizaje nuevas reacciones y consolida lo aprendido sobre sistemas más complejos. Facebook facilitó un aula extendida más dinámica, y el intercambio de la resolución de ejercicios se hizo mediante capturas fotográficas de los cuadernos y la publicación en el grupo, venciendo la barrera comunicacional de los foros en Moodle. Posteriormente migramos a Discord, una plataforma más familiar para los alumnos actuales, que supera algunas limitaciones anteriores. La estrategia en este contexto resultó exitosa y muy utilizada.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Replicando la modalidad de aula extendida mediada por redes sociales nuevamente con alumnos de Química Orgánica I, encontramos diferencias en el funcionamiento del grupo debido a las características de la materia. Los intercambios entre alumnos avanzados implican, por ejemplo, la puesta en común de diferentes estrategias utilizadas para el diseño de rutas sintéticas. En cambio, las dificultades de alumnos iniciales se relacionan con la visualización en tres dimensiones de la estereoquímica molecular, o la comprensión de los mecanismos de reacción.

El B-learning requiere cierto grado de autonomía para poder gestionar de manera adecuada el aprendizaje fuera del aula. La ausencia de recursos digitales en el aula virtual, motivó la recuperación y actualización de material didáctico disponible en la web, y su utilización como material para la autogestión del aprendizaje.

En este trabajo analizamos la implementación de esta estrategia didáctica en ambas materias y proponemos mejoras para alcanzar una mayor comprensión de la Química Orgánica.

3. OBJETIVOS

- Comparar el desempeño del aula extendida en dos niveles de Química Orgánica
- Identificar las dificultades que encuentran los alumnos de Química Orgánica Básica no resueltas en el aula extendida
- Implementar estrategias que contribuyan a un mejor aprendizaje de la química

4. METODOLOGÍA

4.1. Descripción del aula extendida

La dinámica del aula extendida implica que los alumnos se organizan para resolver la ejercitación no obligatoria, y suben la resolución mediante una foto de sus cuadernos. En los comentarios de cada foto, se crea un espacio dialógico para intercambiar preguntas o compartir imágenes con reformulaciones, generando una secuencia encadenada. De esta manera se realiza la corrección conjunta de los ejercicios y se resuelven las dudas. Luego del intercambio entre alumnos, el docente evalúa lo trabajado, aclarando si hay errores, presentando diferentes formas correctas de resolución o una más adecuada que la otra, y finaliza con un tilde verde. Eventualmente corrige o ajusta las respuestas dadas por los compañeros que contestaron, de modo que todo el grupo avanza en el aprendizaje de la Química Orgánica, independientemente del nivel individual alcanzado.

Discord ofrece una mejor organización respecto de Facebook, donde las unidades temáticas se trabajan en canales individuales, manteniendo un canal general dedicado a cuestiones administrativas. Es posible etiquetar personas para dirigir el comentario, y marcar mensajes como no leídos, facilitando la respuesta en momentos más oportunos.

4.1.1. Participación

La participación es más activa que en el aula y la interacción supera las limitaciones físicas de las gradas. Al ser asincrónica los alumnos tienen la oportunidad para reflexionar, lo que conduce a elaboraciones más profundas. La participación de estudiantes en distintos niveles de aprendizaje estimula el surgimiento de nuevas

ISBN 978-987-47159-9-9

perspectivas que pueden ser adoptadas por los compañeros. Asimismo, la socialización de las dudas revela aspectos aún no explorados. En resumen, permite profundizar en el conocimiento de los temas, y ayuda identificar qué contenido falta entender, desarrollando destrezas que permiten aprender a aprender (Moreira, 2010; Maggio 2012). La participación pasiva también desempeña un papel importante y contribuye al proceso de aprendizaje.

Desde la perspectiva de la participación del docente, un aula extendida exige un mayor compromiso de tiempo.

4.1.2. Inclusión

La organización de los comentarios facilita que el intercambio quede secuenciado a continuación de la foto, como registro de toda la construcción. Todos los intercambios constituyen un material ordenado que abarca las respuestas a las dudas planteadas y alternativas de resolución. Acompaña distintos ritmos de aprendizaje, resulta muy útil durante la preparación de exámenes recuperatorios, fomenta una mayor inclusión y ayuda a disminuir el abandono de la materia.

4.1.3. Actividades de apoyo sincrónicas

Con el objetivo de realizar repasos puntuales, se fijan días y horarios para evacuar dudas sobre temas específicos. Al establecer un plazo, los estudiantes revisan los ejercicios y aclaran sus dudas, preparándose mejor para afrontar contenidos posteriores. Las actividades son sincrónicas, acotadas, sin audio ni video. Se forman grupos de estudio virtuales el día del encuentro que sirven para ponerse al día con la materia.

5. RESULTADOS

5.1. Comparación entre el funcionamiento del aula extendida según la complejidad de la materia

Química Orgánica I implica una nueva forma de pensar la interacción entre moléculas, que requiere aprender y manejar una gran cantidad de contenido teórico para aplicarlo en la representación tridimensional y en la comprensión de los mecanismos de reacción. Los alumnos enfrentan como principales desafíos el lenguaje específico, las representaciones en tres dimensiones, las características electrónicas y estéricas de las moléculas, así como su interacción a través de numerosos mecanismos estereoquímicos de reacción. Dada la carga de contenidos conceptuales, la participación en el aula extendida se limita a corregir ejercicios que no ofrecen muchas alternativas de resolución. En esta instancia, el foco debe estar puesto en proporcionar herramientas que mejoren la representación de las moléculas y la comprensión de los mecanismos, así como los procesos que tienen lugar en el laboratorio.

Química Orgánica II, en cambio, supone utilizar de forma creativa todas las herramientas aprendidas, y proponer distintas estrategias de síntesis orgánica. Los nuevos contenidos se aprenden sobre una base conceptual que varía en función de los conocimientos del alumno. Los desafíos en esta etapa están relacionados principalmente con la recuperación de saberes previos y la articulación con los nuevos. Dado que la ejercitación es más avanzada y admite diferentes alternativas de resolución, la participación y el intercambio colaborativo se incrementan significativamente, lo que convierte al aula extendida en una herramienta sumamente valiosa.

5.2. Identificación de dificultades en Química Orgánica básica no resueltas en el aula extendida. Propuestas de mejoramiento

En la nueva implementación del aula extendida en Química Orgánica I, hemos observado la falta de recursos digitales que favorezcan la visualización tridimensional de las moléculas y la comprensión de los mecanismos de reacción, en el aula virtual de la materia. Considerando la sobrecarga que los alumnos tienen en este cuatrimestre, decidimos ofrecer propuestas que tuvieran un alto grado de relevancia y que brindaran autonomía al estudiar. Se realizó la búsqueda y selección del material teniendo en cuenta los contenidos que se desarrollan en la asignatura. A pesar de que los recursos podían ser hallados de manera autónoma, nuestro aporte fue crear un entorno en donde integramos los distintos modos de representar la información, y como guía del aprendizaje de los alumnos.

✓ Aplicaciones en el celular para la construcción de moléculas y visualización en 3D

ISBN 978-987-47159-9-9

✓ Material didáctico disponible en la web, que incluye animaciones que facilitan la comprensión de numerosos mecanismos de reacción. El material actualmente disponible resulta sumamente útil incluso como apoyo en clase

✓ Videos y animaciones de las operaciones habituales en el laboratorio de Química Orgánica

✓ Química Orgánica en contexto: presentación de casos que resaltan la importancia de saber nomenclatura y estereoquímica molecular, basado en ejemplos que se estudian en materias superiores y en la vida cotidiana

Las animaciones y representaciones en 3D facilitan la comprensión de la tridimensionalidad propia de la química orgánica, lo que favorece un aprendizaje más dinámico de la materia.

Incorporamos el módulo de Química Orgánica en contexto, con el objetivo de motivar a los alumnos mediante ejemplos que les permite dar sentido a lo aprendido aplicándolo a situaciones de la vida cotidiana, y otros contextos relevantes. Estas actividades facilitan la construcción de significado y aumentan el interés por la química (Praga-Lozano, 2018).

5.3. Ponderación de los estudiantes

En ambas materias todos los alumnos del curso forman parte del grupo. La propuesta de aula extendida es valorada de manera muy positiva por los estudiantes, quienes destacan que el intercambio no solo les permite considerar nuevas perspectivas y enfoques, profundizando el estudio de distintos temas. Además, la interacción entre compañeros promueve un ambiente de confianza y apoyo mutuo, sobre todo hasta que se familiarizan con la materia. También destacan la fluidez de comunicación entre compañeros y docente por sobre los foros del aula virtual.

En QOI, es especialmente valorada la socialización de las dudas como la oportunidad de profundizar aspectos de un tema no explorados inicialmente. En cambio, en QOII se destaca la reducción de los tiempos de búsqueda, cuando no se logra dilucidar una estructura mediante métodos espectroscópicos o encontrar una ruta adecuada para la síntesis orgánica de estructuras más complejas. Se encuentran en desarrollo encuestas actualizadas para cada asignatura.

6. CONCLUSIONES

La implementación de un aula extendida en Química Orgánica I y II ha demostrado ser una estrategia efectiva para acompañar el aprendizaje de contenidos complejos. Utilizando Discord como plataforma, es posible crear una comunidad virtual para el aprendizaje colaborativo, donde los alumnos interactúan alcanzando soluciones solidarias. Este proceso enriquece la comprensión de diferentes aspectos de un tema y ayuda a identificar áreas que requieren mayor atención, al mismo tiempo que desarrolla habilidades para el aprendizaje autónomo.

Reconocer los desafíos que presenta cada asignatura nos ha permitido adaptar la propuesta y proporcionar las herramientas más adecuadas para abordar las dificultades específicas de cada nivel. La construcción colaborativa aumenta significativamente a medida que los estudiantes adquieren un mayor dominio de las herramientas habituales en química orgánica. Esta característica puede ser aprovechada para la enseñanza de materias avanzadas.

Recuperamos y actualizamos recursos digitales que facilitan la comprensión de conceptos clave en Química Orgánica, utilizando tanto material didáctico disponible en la web y en dispositivos móviles, como contenido elaborado por los ayudantes para resaltar y contextualizar los temas de la materia.

El aula extendida constituye un espacio donde se puede aprender Química Orgánica en compañía asincrónica, con herramientas que promueven el trabajo autónomo y respetando distintos ritmos de aprendizaje.

La búsqueda permanente de intersticios (Apel, 2022), entendidos como espacios de toma de decisión donde los docentes podemos producir innovaciones, nos motiva a difundir esta propuesta. La incorporación de ayudantes de cátedra en el diseño y la reformulación de propuestas didácticas aporta la perspectiva de estudiantes avanzados para lograr actividades más relevantes y significativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apel, J., & Vinacour, T. (2022). Encuadre de trabajo. En *Mejorar la evaluación para mejorar la enseñanza* (6a ed.). Programa Virtual de Formación Docente del Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía de la Subsecretaría de Innovación y Calidad Académica de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad de Buenos Aires.

Bartolomé, A. (2004). Blended learning: Conceptos básicos. *Revista de Medios y Educación*, 23, 7-20.

Coll, C., Onrubia, J., & Mauri, T. (2007). Tecnología y prácticas pedagógicas: Las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes. *Anuario de Psicología*, 38(3), 377-400.

De Pablos Pons, J. (2003). La tecnología educativa hoy no es como ayer: Nuevos enfoques, nuevas miradas. *Revista Tecnología y Comunicación Educativa*, 37, 4-21.

Farré, A. S., Shmidt, M. S., Caterina, M. C., & Bekerman, D. G. (2013). La mediación tecnológica en la enseñanza y el aprendizaje de la química orgánica. En P. Membiela, N. Casado, & M. I. Cebreiros (Eds.), *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias* (Cap. 42). Serie: Retos y perspectivas de la docencia universitaria. Educación Editora. ISBN: 978-84-15524-10-6.

García Sanz, A. (2008). Las redes sociales como herramientas para el aprendizaje colaborativo: Una experiencia en Facebook. *Revista RE-Presentaciones Periodismo, Comunicación y Sociedad*, 2(5), 49-59. Escuela de Periodismo, Universidad de Santiago.

Lion, C. (2006). El tecnoconocimiento. En C. Lion, *Imaginar con tecnologías. Relaciones entre tecnología y conocimiento* (pp. 85-102). Buenos Aires: Editorial Stella, Ediciones La Crujía.

Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza: Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad* (1a ed.). Buenos Aires: Paidós.

Moreira, M. A., San Nicolás Santos, M. B., & Fariña Vargas, E. (2010). Buenas prácticas de aulas virtuales en la docencia universitaria presencial. En J. De Pablos Pons (Coord.), *Buenas prácticas de enseñanza con TIC* (pp. 7-31). *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(1). Universidad de Salamanca.

Parga-Lozano, D. L., & Piñeros-Carranza, G. Y. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Educación Química*, 29(1), 55-64.

Salguero Barba, N. G., & García Salguero, C. P. (2023). Liderazgo directivo y gestión escolar: Experiencias y prácticas desde un enfoque internacional. *LATAM*.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1IvIXSpIxLi7T1LOv7L7-d1duboak68Q5/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.16

ACTIVIDAD LÚDICO-INTERACTIVA PARA LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DEL DESEMPEÑO EN UN LABORATORIO DE QUÍMICA

Gustavo Daniel Belletti

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (FIQ, UNL). Instituto de Química Aplicada del Litoral (IQAL, CONICET-UNL), Santa Fe, Argentina.
gbelletti@fiq.unl.edu.ar

Juan Pablo Sánchez

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (FIQ, UNL). Instituto de Química Aplicada del Litoral (IQAL, CONICET-UNL), Santa Fe, Argentina.
jpsanchez@fiq.unl.edu.ar

Paola Quaino

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (FIQ, UNL). Instituto de Química Aplicada del Litoral (IQAL, CONICET-UNL), Santa Fe, Argentina.
pquaino@fiq.unl.edu.ar

Resumen

En este trabajo se describe el desarrollo y puesta en ejecución de una actividad para la enseñanza de actividades de laboratorio de química para alumnos universitarios de Química General de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL). Mediante el empleo de una herramienta disponible en el aula virtual, se desarrolló una actividad lúdica e interactiva con una narrativa no lineal, al estilo de los libros de "elige tu propia aventura", que pone al alumno en el rol de un trabajador de laboratorio simulando la realización una solución desde el comienzo. En torno a la misma, los alumnos refuerzan contenidos teóricos-prácticos obtenidos en las clases presenciales de teoría, problemas y trabajo práctico, además de otras habilidades y consideraciones de seguridad ante eventualidades.

Palabras clave: *educación universitaria; actividad lúdico-interactiva; laboratorio; aula virtual; Química General.*

1. INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de la pandemia de COVID-19 y la imposibilidad de realizar trabajo presencial en los laboratorios de química, se han desarrollado múltiples actividades virtuales como alternativa. Estas buscan reforzar la enseñanza de los conceptos teóricos y prácticos relacionados con el desempeño en el laboratorio. Un ejemplo de ello es el trabajo de D'Angelo (2020), quien desarrolla como actividad historias de laboratorio de química orgánica inspiradas en la serie de libros "Elige tu propia aventura" (ETPA). Otros autores recientemente publicaron actividades similares (Abbott, 2024; Flesch et al., 2024; Saluga et al., 2022). El estilo de ETPA hace que los estudiantes estén más involucrados en la situación problema al tener que tomar decisiones, así como también, determinar si las decisiones que realizan son correctas o no en el contexto planteado (Watning y Kobylianskii, 2021).

La saga de libros titulados ETPA fueron muy populares en la década de 1980 y planteaban al lector una experiencia del tipo lúdico-interactiva. En dichos libros se desarrollaba una historia donde al lector (que también se puede considerar jugador) se le presentaba una situación y luego múltiples opciones (al menos dos) sobre cómo responder ante ella. Posteriormente, la historia continuaba por diferentes caminos según la elección que se haya hecho, donde los lectores se movían a una página específica después de tomar una decisión para ver el resultado. Es así que, aunque los diferentes caminos a veces se cruzaban, generalmente existían múltiples

ISBN 978-987-47159-9-9

finales. Por lo tanto, los diferentes lectores tenían experiencias y resultados diferentes a otros que transitaban por la misma historia, según sean las decisiones seleccionadas a lo largo del camino.

En este sentido, el tipo de actividades propuestas pueden enmarcarse en la pedagogía basada en la acción del laboratorio híbrido (HLAB, por sus siglas en inglés) (Kelley, 2021) ya que constituyen actividades complementarias y preliminares a la actividad práctica y presencial en el laboratorio, las cuales ayudan a disminuir la sobrecarga cognitiva y de ansiedad previa a la práctica.

En nuestro caso, para alumnos universitarios de Química General de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL) ya se han incluido en el aula virtual actividades, recursos y videos de prácticas experimentales desarrolladas por los docentes. Dicha propuesta fue realizada con el fin facilitar al alumnado a sobrellevar las dificultades observadas en el aprendizaje de los contenidos tratados en el laboratorio. Es así que, además, se buscó incorporar actividades interactivas del estilo ETPA, que requieran que los estudiantes tomen decisiones sobre el diseño o el procedimiento experimental, imitando los niveles de dificultad presentes en los experimentos de laboratorio.

Este tipo de actividades permite introducir fácilmente de manera lúdica la temática tratada, incorporando de esta manera un componente de novedad a los recursos ya disponibles en el aula virtual (clases de teoría, guías de trabajos prácticos, guías de problemas, etc.).

2. DESCRIPCIÓN Y METODOLOGÍA

Según lo expuesto previamente, se decidió crear una actividad simulando un trabajo de laboratorio adaptado a alumnos de nivel universitario y empleando las herramientas disponibles en el aula virtual, basada en Moodle 3.0. Al igual que los libros, se diagramó una historia donde se implementan puntos de decisión con situaciones incógnitas o adversas que puedan surgir en el laboratorio. Adicionalmente, se buscó que estas actividades tengan en consideración el aprendizaje de buenas prácticas y seguridad en el laboratorio de química. Por otro lado, se espera que, a través de esta actividad, se genere una experiencia inmersiva que contribuya al desarrollo del pensamiento crítico y toma de decisiones al ponerse en el rol de un trabajador de laboratorio.

A continuación, se presenta tanto el procedimiento de construcción de la actividad como los resultados obtenidos en su aplicación, realizada en la cátedra Química General de la FIQ-UNL.

La actividad propuesta se desarrolló empleando la herramienta de Lección disponible en la plataforma Moodle. Su implementación comenzó a mediados de 2021 y continúa en uso hasta la actualidad. Para su construcción, se realizó inicialmente un esquema de la narrativa considerando una estructura de árbol de decisiones, de manera de simular el carácter lúdico-interactivo que plantea la serie ETPA. Una vez realizado, corregido y coordinado con los docentes involucrados, se seleccionaron las imágenes a incorporar para acompañar el texto y se continuó con la construcción de la actividad, siempre teniendo en cuenta una estructura no lineal de historia.

La actividad fue habilitada para su acceso al aula virtual como una actividad no obligatoria complementaria al tema “Soluciones y dispersiones” disponible para los alumnos de la asignatura Química General. Dichos estudiantes cursan el primer año de la carrera Licenciatura en Química, Profesorado en Química, Químico Analista y Licenciatura en Física de la FIQ-UNL. Al finalizar la actividad, los alumnos participaban de una breve encuesta relacionada a la actividad.

3. RESULTADOS

La actividad propone al estudiante asumir un nuevo rol, representando a un trabajador recién incorporado a un laboratorio de investigación. Como punto de partida, la narrativa inicia con el jefe de laboratorio solicitando la preparación de 1000 mL de una solución 0,1 M de ácido nítrico lo más exactamente posible. Paso a paso se continúa la historia y los alumnos deben tomar diferentes decisiones en función de los conocimientos teóricos y prácticos obtenidos en el transcurso del cursado y del trabajo práctico de preparación de soluciones realizado en el laboratorio.

A la izquierda de la FIGURA 1 se muestra un diagrama de flujo con la actividad propuesta.

ISBN 978-987-47159-9-9

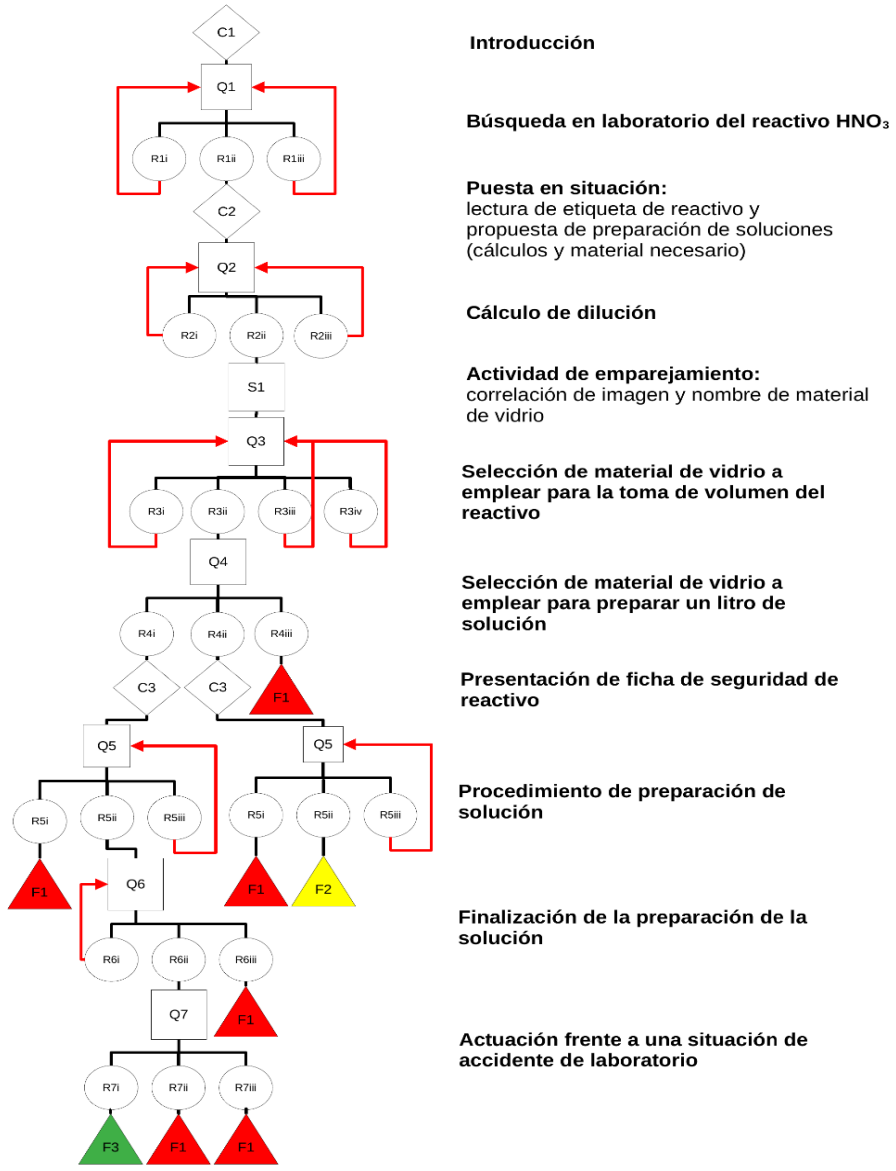


FIGURA 1. *Diagrama de árbol de la actividad lúdico-interactiva propuesta. A la derecha se muestran los principales temas relacionados explorados en cada instancia.*

Además, a la derecha de la FIGURA 1 se presenta de forma general aquellas temáticas abordadas en cada una de las partes de la actividad, así como también la enseñanza implicada. Se abordan cuestiones teóricas relacionadas a identificar la naturaleza de la sustancia química según sus fuerzas intermoleculares o su estado de agregación, actividades prácticas de rutina en el laboratorio como el cálculo del volumen de solución a tomar, reconocimiento del espacio de trabajo particular (etiquetas de reactivos, identificación de material de vidrio), búsqueda de criterios prácticos inherentes a la preparación de una solución, criterios de seguridad y acción frente a un eventual accidente, entre otros.

A lo largo de la realización de la actividad práctica se describen las instancias involucradas en la preparación de soluciones, ubicando al alumno en un rol protagónico. El mismo debe tomar decisiones y seleccionar las respuestas que considere correctas para llegar a un eventual final. Esto se lleva a cabo mediante el empleo de nodos de decisión (cuadrados Q o S en la FIGURA 1) y las posibles respuestas (círculos R en la FIGURA 1), en la FIGURA 2 se muestran algunos ejemplos. En cada instancia, al seleccionar una opción, se obtiene una respuesta con un comentario reforzando el conocimiento buscado (observar comentario de Q7 en FIGURA 2). Si la respuesta elegida es correcta se continúa con los pasos siguientes que presenta la actividad propuesta.

ISBN 978-987-47159-9-9

Si contrariamente, la opción seleccionada no es la adecuada, se despliega un comentario relacionado al error cometido o plantea la consecuencia resultante ayudando al alumno a identificarlo y guiarlo hacia la respuesta correcta. Algunos casos, marcados con flechas rojas en el diagrama de la FIGURA 1, implican corregir la elección y seleccionar otra de las opciones disponibles.

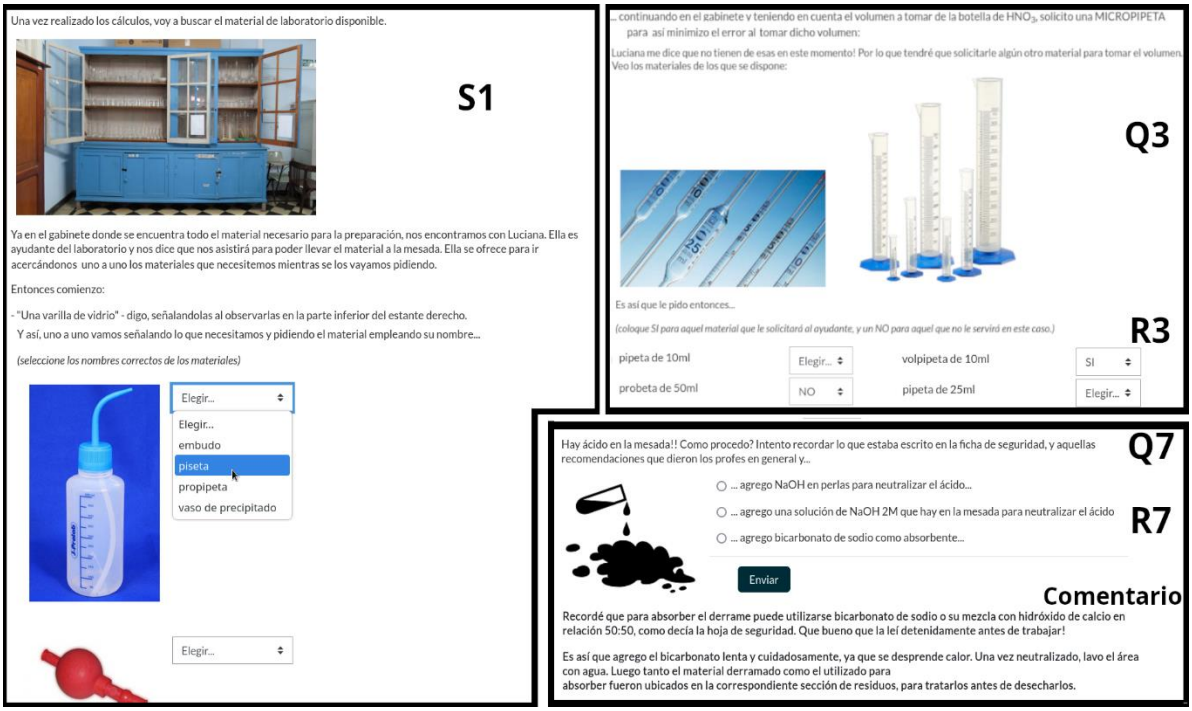


FIGURA 2. *Ejemplo de nodos de decisión que presentan contexto/problema (Q3, Q7) y posibles respuestas (R3, R7), y de aquel que implica una actividad de emparejamiento (S1). En el caso Q7, se muestra el comentario de retroalimentación obtenido luego de seleccionar la opción correcta.*

En el transcurso de la actividad se va dando contexto (rombos C en la FIGURA 1), la instancia de Introducción (C1) posiciona al alumno en el tema de trabajo "soluciones" y seguidamente las demás introducciones a temas proponen la lectura de las etiquetas de reactivos (C2) y de las fichas de seguridad de laboratorio (C3), materiales que se encuentran en la vida real y nos da la información necesaria para poder realizar los cálculos y manipular correctamente las sustancias a emplear. Adicionalmente, se enseña a los alumnos buenas prácticas de trabajo en laboratorio.

En cuanto a los finales posibles (triángulos F en la FIGURA 1), se presentaron tres finales generales. El primero de ellos, identificado como F1 (triángulo de color rojo), implica un error grave de acuerdo al camino seleccionando, ya sea que deriva en un accidente de laboratorio o un punto sin retorno no pudiendo completar el objetivo. Para este caso, se asigna el siguiente comentario: "Recibe una llamada de atención de su jefe. Inicie nuevamente con la preparación" junto a una imagen de un jefe con guardapolvo enojado, como llamada de atención. El segundo final, identificado con F2 (triángulo amarillo), conlleva la realización del objetivo parcial, donde el comentario obtenido indica "su jefe dice que la solución preparada no tiene ninguna precisión, la guarda y propone volver a iniciar nuevamente la preparación". El tercer final conduce a la preparación de la solución de forma exitosa, mostrándose una imagen del jefe alegre y con el comentario destacando el magnífico trabajo realizado.

A partir de la incorporación de la actividad como optativa en el marco de la asignatura Química General para alumnos de Licenciatura en Química se realizó el análisis de las observaciones en su ejecución y devoluciones recibidas por parte ellos, obteniéndose resultados satisfactorios, demostrando ser una actividad que valoraron positivamente. Se considera que la actividad permitió a los estudiantes que la llevaron a cabo a ubicarse en situación y observar las posibles consecuencias en función de las elecciones experimentales. La mayoría ha repetido la actividad más de una vez, intentando llegar a todos los finales, en especial el final donde se cumple el objetivo de preparar la solución adecuadamente.

ISBN 978-987-47159-9-9

El resultado de la encuesta posterior realizada a los alumnos es mostrado en la FIGURA 3, donde se puede observar que la mayoría percibieron que la actividad les ha servido para comprender mejor el tema de soluciones, integrar conceptos y ayudado a afianzar su conocimiento y mejorar su criterio en el desempeño de laboratorio.

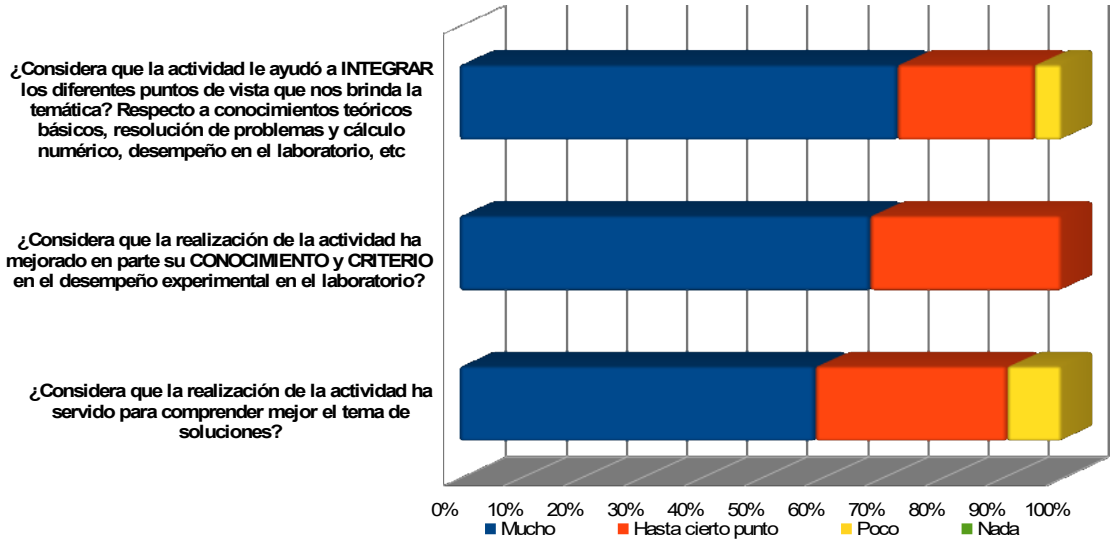


FIGURA 3. *Respuestas de la encuesta a los estudiantes.*

Se considera que se han logrado integrar conceptos básicos de seguridad y uso de laboratorio, relacionado con buenas prácticas de laboratorio, de manera natural junto con contenido teórico, reforzando, entre otras cosas, el reconocimiento de material necesario. Cabe destacar que en el aula virtual donde se encuentra la actividad existe disponible como recurso adicional un video tutorial realizado por los docentes. En dicho video, se prepara una solución de ácido clorhídrico a partir del reactivo líquido disponible y se muestran paso a paso las condiciones de seguridad y cuidados necesarios. Como resultado, la actividad lúdico-interactiva propuesta ha llevado a los alumnos a visualizar dicho video, haciendo que además se aprovechen otros recursos adicionales disponibles en el aula, reforzando su aprendizaje.

4. CONCLUSIONES

De la aplicación de la metodología planteada, se concluye que los resultados obtenidos fueron satisfactorios. Los alumnos que realizaron la actividad reconocieron en su mayoría que el aprendizaje resultó mucho más completo y atractivo. Se considera así que, aún cuando el planteo es de carácter opcional, esta experiencia fue fructífera para el desarrollo de conocimientos, habilidades, capacidades y competencias de los alumnos. Consecuentemente, actividades lúdico-interactivas como la presentada muestra un gran potencial para su adaptación y aplicación en muchos otros temas relacionados con la Química General y más allá. Este tipo de actividades permiten a los estudiantes explorar la posibilidad de tomar diferentes decisiones para múltiples intentos en el mismo experimento, lo que a menudo está restringido debido a las limitaciones de tiempo y recursos en el trabajo presencial, así como también los riesgos que conlleva. A su vez, brindan la posibilidad a los estudiantes de repensar en la teoría detrás de los experimentos, y repasar aquellos conceptos prácticos relacionados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Química por la financiación de los materiales y uso del ambiente virtual; y a todos aquellos que hicieron posible la implementación de esta experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, D. (2024). Choose your own adventure! An empirical study on gamification of postgraduate learning on research project design. *Journal of Play in Adulthood*, *6*(1), 18-43. https://doi.org/10.5920/jpa.1475

D'Angelo, J. G. (2020). Choose your own "Labventure": A click-through story approach to online laboratories during a global pandemic. *Journal of Chemical Education*, *97*(9), 3064-3069. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00715

Flesch, M. M., Humphrey, N. J., & Mang, S. A. (2024). Virtual choose-your-own-adventure prelabs improve student understanding of analytical chemistry concepts and instrumentation. *Journal of Chemical Education*, *101*(3), 941-948. https://doi.org/10.1021/ acs.jchemed.3c00803

Kelley, E. W. (2021). LAB theory, HLAB pedagogy, and review of laboratory learning in chemistry during the COVID-19 pandemic. *Journal of Chemical Education*, *98*(8), 2496−2517. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00457

Saluga, S. J., Peacock, H., Seith, D. D., Boone, C. C., Fazeli, Y., Huynh, R. M., Luo, J., Naghi, Z., & Link, R. D. (2022). Inter-twine-d: Combining organic chemistry laboratory and choose-your-own-adventure games. *Journal of Chemical Education*, *99*(12), 3964-3974. https://doi.org/10.1021 /acs.jchemed.2c00481

Warning, L. A., & Kobylianskii, K. (2021). A choose-your-own-adventure-style virtual lab activity. *Journal of Chemical Education*, *98*(3), 924−929. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed. 0c01241

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1hNUlAok_ysYWJUaDym_nupR4Yb_Kas0c/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 2: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.17

Resumen y video

TRANSFORMANDO EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA ORGÁNICA CON UN MOOC

Liliana Ferrer

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
liliferrer2012@gmai.com

Silvina Videla

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
svidela11@gmail.com

Gabriela Ohanian

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
gabrielaohanian@gmail.com

Tomás Cabrera

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
tomascabrera1453@gmail.com

Resumen

La presente experiencia describe el desarrollo e implementación de un MOOC realizado por docentes de la cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. El objetivo de esta experiencia fue implementar un MOOC (Curso masivo, abierto, online) que acercara la química al público general amante de la cocina. A través del estudio de los tres grandes grupos de compuestos orgánicos, se buscó explicar fenómenos de la vida diaria, facilitando así la comprensión de la química en un contexto accesible y relevante para estas personas. El curso se realizó en la plataforma MOODLE de la Facultad de Ingeniería con una eficiencia terminal atípica. Se estudió también el perfil de las personas que finalizaron el curso.

***Palabras clave**: MOOC; química orgánica; macromoléculas; formación masiva; cocina.*

Video **Enlace al video explicativo del trabajo presentado**
https://drive.google.com/file/d/1CP7TRb0nNU9wh9bsT1agU9n6McSU_dxi/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque: Educación en Química mediada por tecnologías (Web 2.0, Web 3.0) – B2.18

OLIMPIADAS CROMATOGRÁFICAS: INTEGRANDO LA IA EN EL DISEÑO DE ACTIVIDADES LÚDICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FARMACOGNOSIA

Jerónimo Ulloa

Cátedra de Farmacognosia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
julloa@ffyb.uba.ar

Vanina Catalano

Cátedra de Farmacognosia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
vcatalano@ffyb.uba.ar

Ingrid Cufré

Cátedra de Farmacognosia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
icufre@ffyb.uba.ar

Adriana Ouviña

Cátedra de Farmacognosia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
aouvi@ffyb.uba.ar

Malen Saint Martin

Cátedra de Farmacognosia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
masaintma@gmail.com

Verónica Tarcaya

Cátedra de Farmacognosia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
vtarcaya@ffyb.uba.ar

Catalina van Baren

Cátedra de Farmacognosia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
cbaren@ffyb.uba.ar

Flavia Redko

Cátedra de Farmacognosia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
fredko@ffyb.uba.ar

ISBN 978-987-47159-9-9

Resumen

La Fitoquímica, disciplina clave en la Farmacognosia, es la ciencia que estudia los compuestos químicos presentes en las plantas. El presente trabajo describe la organización de la actividad lúdica "Olimpiadas Cromatográficas" con el objetivo de integrar la inteligencia artificial (IA) en la planificación y motivar al alumnado en el estudio de la Fitoquímica. Inspirada en los valores olímpicos, la actividad buscó fomentar la excelencia académica, el trabajo en equipo y la reflexión crítica mediante un enfoque de gamificación. Se utilizaron herramientas de IA generativa para el diseño del reglamento, la creación de materiales y la evaluación de las competencias estudiantiles. La actividad se llevó a cabo en los trabajos prácticos (TPs) de Farmacognosia de la Universidad de Buenos Aires aplicando técnicas de cromatografía en el análisis de productos naturales. Cada TP se convirtió en una disciplina competitiva donde los grupos de estudiantes compitieron en dos instancias: una evaluación técnica y una votación pública. La IA también facilita la creación de contenido multimedia y la personalización de la experiencia para docentes y estudiantes. La actividad se propuso como una innovación educativa que integra tecnología, ludificación y aprendizaje activo, promoviendo tanto el conocimiento teórico como las habilidades prácticas esenciales en la Farmacognosia.

Palabras clave: *Farmacognosia; Fitoquímica, gamificación; olimpiadas; inteligencia artificial.*

1. INTRODUCCIÓN

Los Juegos Olímpicos de París 2024 nos inspiraron a desarrollar una actividad lúdica que fomentase los valores olímpicos en el alumnado de la materia Farmacognosia de la carrera de Farmacia de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (FFYB-UBA). Estos valores invitan a esforzarse por la excelencia y alentar a las personas a ser lo mejor que puedan ser; a demostrar respeto de muchas maneras diferentes (hacia uno mismo, las reglas, los oponentes, el medio ambiente, el público, etc.); y a celebrar la amistad con la idea de dejar a un lado las rivalidades, ya que hay más cosas que nos unen que las que nos dividen (International Olympic Committee, 2024). Ciertas actividades llevadas a cabo en clase muestran que, en ocasiones, el estudiantado no sabe pensar valiéndose de lo que sabe. De esto podría desprenderse que, aun habiendo adquirido cierto conocimiento, no es capaz de emplearlo en un análisis posterior. En línea con lo que manifiesta Perkins (1995) respecto del conocimiento generador, es deseable cumplir con tres metas: retener, comprender y usar activamente el conocimiento. Es decir, debemos conocer un tema, comprenderlo y poder manejarlo. Los trabajos prácticos de laboratorio buscan lograr este tipo de conocimiento, en particular, el uso activo de sus saberes teóricos. En vista de los valores olímpicos se buscará la excelencia en el trabajo de laboratorio estimulada por el espíritu competitivo sin dejar de lado el respeto por el prójimo y resaltando la importancia del trabajo en equipo.

1.1. Fundamentos

De acuerdo a Werbach y Hunter (2012) la gamificación consiste en el uso de elementos lúdicos y técnicas de diseño de juegos en contextos que no son de juegos. Sin embargo, algunos autores como Morillas Barrio (2016) alertan sobre la simplificación de creer que en el ámbito educativo corresponde sólo a la utilización de los juegos en el aprendizaje. Este autor plantea que “la gamificación es una variante diferente de experiencia de aprendizaje en el que se toma elementos de los juegos (tales como puntos, medallas, tablas de clasificación, logros, competitividad) y los aplica en un contexto fuera del juego, como es en este caso el aula”. La revisión de la literatura sugiere que, en efecto, la gamificación funciona, pero existen algunas advertencias (Hamari et al., 2014). Según un estudio de Chapman y Rich (2018), el entorno de gamificación educativa aumentó la motivación percibida; lo encontraron más o mucho más motivador que un diseño de curso tradicional. Los beneficios de la gamificación se observaron en estudiantes con características variadas (p. ej., género o edad).

1.2. La inteligencia artificial (IA) como herramienta en la planificación y diseño

La Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología de la UNESCO (2019) define las herramientas basadas en IA como aquellas potencialmente capaces de imitar o incluso superar las capacidades cognitivas humanas, incluyendo la detección, la interacción lingüística, el razonamiento y el análisis, la resolución de problemas e incluso la creatividad (Sabzalieva y Valentini, 2023). En especial, la IA generativa

ISBN 978-987-47159-9-9

utiliza algoritmos para crear contenido nuevo a partir de datos existentes, sin intervención humana (Salvatierra, 2023).

Según propone Salvatierra (2023), la IA puede apoyar a los docentes en el diseño, creación y revisión de clases de varias formas. Durante el diseño de clases, herramientas como ChatGPT pueden proporcionar retroalimentación instantánea sobre la coherencia, claridad y relevancia del contenido, mejorando la estructura pedagógica. Además, la IA puede generar materiales complementarios como presentaciones, actividades y ejemplos, lo que optimiza tiempos y revisa estructuras. También puede sugerir recursos educativos actualizados, como libros, artículos y videos, que enriquezcan las clases.

En el ámbito de la inteligencia artificial generativa, un *prompt* es un fragmento de texto o información que actúa como instrucción para el modelo de IA. Esta indicación es esencial para expresar nuestras intenciones a la herramienta y así obtener el resultado deseado. Es importante considerar que, dependiendo del tipo de herramienta de IA que se utilice, se requieren *prompts* específicos para asegurar que el resultado final se ajuste a nuestras expectativas. Hoy en día pueden encontrarse numerosos recursos sobre cómo generar un *prompt* adecuado (Gómez Cardosa y Garcia Brustenga, 2023; Harvard University, 2023).

El presente trabajo trata sobre la planificación y organización docente de una actividad lúdica cuyo objetivo es motivar tanto al estudiantado como al plantel docente mediante un enfoque innovador. Para Litwin (2008) por innovación educativa se entiende a "toda planeación y puesta en práctica creada con el objeto de promover el mejoramiento institucional de las prácticas de la enseñanza y/o de sus resultados". Fundamentada en la creación, promoción del cambio y mejora, la actividad que denominamos "Olimpiadas cromatográficas" intenta motivar a los actores involucrados en los procesos de aprendizaje y de enseñanza.

1.3. Enseñanza de la fitoquímica en Farmacognosia

La Farmacognosia es la disciplina que se enfoca en el estudio de las drogas de origen natural, principalmente plantas medicinales, y sus principios activos. La Fitoquímica es la ciencia que estudia los compuestos químicos presentes en las plantas, principalmente los metabolitos secundarios. Estos tienen diversas aplicaciones en la farmacia y la medicina. Ambas ciencias están intrínsecamente conectadas, ya que la Fitoquímica provee las bases moleculares para entender cómo producen metabolitos las plantas, mientras que la Farmacognosia las aplica para la investigación y el desarrollo de productos farmacéuticos (Evans et al., 2009).

Actualmente, la enseñanza de la Fitoquímica y la Farmacognosia combina una sólida formación teórica con actividades prácticas en laboratorios; e incluye el estudio de la botánica aplicada, el análisis químico de plantas medicinales y la identificación de compuestos bioactivos (Zhang et al., 2017). En el laboratorio, se utilizan técnicas como la cromatografía y la espectroscopía para la separación y análisis de estos compuestos. A su vez, el avance tecnológico ha permitido el uso de plataformas virtuales y recursos interactivos para complementar el aprendizaje, con simulaciones de experimentos, bases de datos en línea sobre plantas medicinales y herramientas como la IA para el análisis de datos fitoquímicos (Facultad de Farmacia, 2024; Farmacognosia, 2024; Università degli studi di Torino, 2024).

Uno de los principales desafíos en la enseñanza de la Fitoquímica y la Farmacognosia es la integración de nuevas tecnologías sin perder el enfoque práctico y experimental que caracteriza a estas disciplinas cuyo objetivo implica desarrollar la inteligencia cinético-corporal planteada por Gardner (2011). Si bien los avances digitales pueden facilitar el acceso a información y simulaciones, es esencial que los estudiantes adquieran habilidades en el manejo de técnicas analíticas de laboratorio, lo cual requerirá una complementación de dispositivos tecnológicos.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivos principales: presentar una actividad de gamificación en el contexto de los trabajos prácticos (TPs) de Farmacognosia; describir el diseño y planificación de la actividad con ayuda de la IA generativa; analizar los desafíos y reveses que se presentaron durante el proceso; y resaltar la actitud y capacidad innovadora de los docentes auxiliares como generadores de cambios en la enseñanza.

ISBN 978-987-47159-9-9

3. METODOLOGÍA

3.1. Idea y participantes

La idea de la actividad fue de un ayudante de primera de la Cátedra de Farmacognosia (FFYB-UBA) quien convocó a un grupo de 7 docentes auxiliares para la organización y planificación: el comité organizador. Los docentes auxiliares desempeñan tareas en las cinco comisiones de Farmacognosia. La propuesta fue aprobada por la Profesora Asociada a cargo.

3.2. Contenido curricular

En la materia Farmacognosia se aborda con profundidad el tema cromatografía en capa delgada (TLC, por su sigla en inglés) aplicada al análisis de productos de origen natural. La temática es abordada en talleres en el aula y en diferentes trabajos prácticos (Cátedra de Farmacognosia, 2024a). En el año 2024 se proponen 5 TPs en los que se aplica la TLC como herramienta analítica.

3.3. Selección de los TPs involucrados

Para poder abordar diferentes contenidos con la propuesta se decidió trabajar con los TPs que abordan temas como verificación cromatográfica de la presencia de un principio activo en un extracto (TP N°3), desarrollo de un sistema cromatográfico para el análisis de aceite esencial de menta (TP N°4), determinación por TLC de la pureza de un principio activo aislado por cromatografía preparativa (TP N°5) e identificación por TLC (análisis cualitativo) como parte del control de calidad de flores de manzanilla (TP N°8).

3.4 Descripción de la estrategia

La estrategia planteada propone un enfoque lúdico de gamificación inspirado en los Juegos Olímpicos 2024. El nombre propuesto es *Olimpíadas Cromatográficas de Farmacognosia* (OOCC). De manera análoga a las diferentes disciplinas deportivas que participan, decidimos implementar cada TP y su correspondiente contenido como una disciplina diferente. Así, en cada una de las 4 disciplinas establecidas (ver punto 3.3) el alumnado puede inscribirse voluntariamente para participar de forma grupal. La competencia se compone de dos instancias: la instancia de grupos y la eliminatoria. En la primera, compiten todos los grupos inscriptos y estos reciben una puntuación por parte de los docentes (comité evaluador, ver más adelante). Mientras que en la segunda sólo compiten los grupos que obtengan las mejores puntuaciones y en cada instancia eliminatoria el ganador es elegido por voto a través de redes sociales tanto por docentes como por alumnos y público general. Luego de la segunda etapa se asignan los ganadores para cada disciplina: tercer puesto (bronce), segundo puesto (plata) y primer puesto (oro). Los grupos ganadores reciben premios según su puesto.

3.5. Reglamento

El reglamento de la actividad se incluyó en un documento disponible en línea denominado *Bases y condiciones del concurso Olimpiadas Cromatográficas.* Para la redacción de este documento se utilizó la asistencia de ChatGPT (OpenAI, 2024) en tareas como redacción, criterios de evaluación, corrección de texto, ejemplos de bases y condiciones de otros concursos. En este documento se encuentra la actividad descripta en detalle y las condiciones de participación. Su uso busca que la actividad, si bien es lúdica, sea considerada formal.

3.6. Página web

Para el diseño de la página *web* se utiliza la plataforma *Genially* (Genially Web, S.L., 2024) ya que permite de manera rápida y sencilla obtener un recurso a partir de plantillas. Con ella se busca dar un acceso fácil y conciso a la información relevante a la OOCC (Cátedra de Farmacognosia, 2024b).

3.7. Logo y video presentación

Mediante el uso de la IA generativa que permite crear imágenes se crea el logo de las OOCC utilizando DALL·E (OpenAI, 2024). El logo generado por IA es verificado por los docentes y modificado si corresponde. Se filma un video para presentar la actividad en cada comisión en el laboratorio de TP. El guión, dirección y actuación están a cargo del comité organizador.

ISBN 978-987-47159-9-9

3.8. Inscripción de docentes como evaluadores y participantes

Para aquellos docentes de la cátedra de Farmacognosia (FFYB-UBA) que quieran participar de la actividad como evaluadores se genera un formulario de inscripción mediante *Google Forms*.
Para cada disciplina se crea un formulario de inscripción mediante *Google Forms* en el que el grupo participante debe cargar una foto del cromatograma obtenido y responder una serie de preguntas de revisión y reflexión sobre lo realizado en cada TP.

3.9. Implementación

Se lleva a cabo la actividad en la cursada de Farmacognosia del segundo cuatrimestre de 2024.

4. RESULTADOS

4.1. Participación docente

La actividad *Olimpíadas Cromatográficas de Farmacognosia* permitió el trabajo en grupo y la colaboración de docentes auxiliares de la cátedra de Farmacognosia (FFYB-UBA). Los integrantes trabajan como docentes en las 5 comisiones disponibles para el año 2024 y como investigadores en diferentes grupos dentro de la cátedra. Se logra así un trabajo con un enfoque diversificado.

4.2. Bases y condiciones

Se logró redactar un documento en el que quedaron establecidas las normas de competición y las condiciones que deben cumplir las personas participantes. En él se establece claramente que el concurso no implica aprobación de la materia ni de ninguno de sus exámenes regulatorios y que la participación es a modo recreativo (Comité Organizador, 2024a).

4.3. Página web

Se propone una página *web* disponible en línea a través de la plataforma Genially. La propuesta original se ilustra en la FIGURA1.

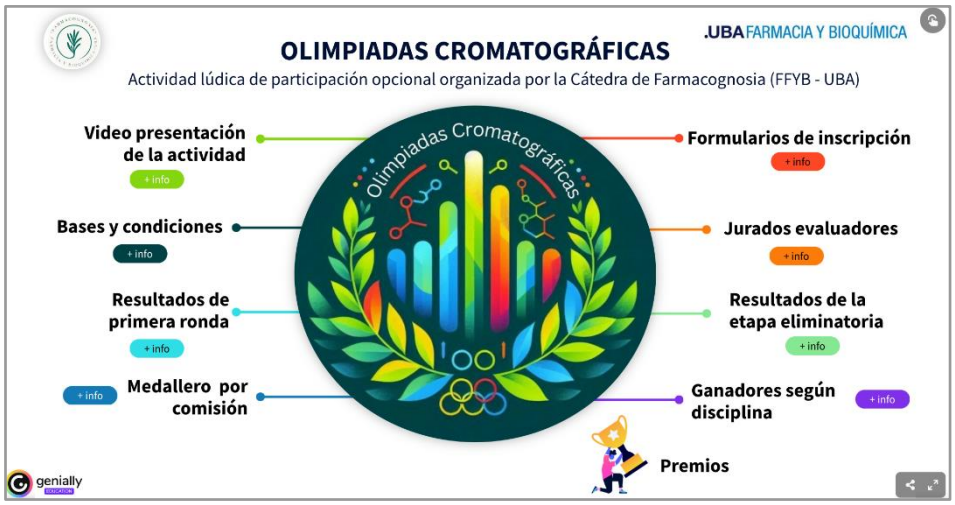


FIGURA1. *Diseño de la página* web *de las Olimpíadas Cromatográficas de Farmacognosia*

4.4. Logo y video presentación

Con la ayuda de IA generativa se logró crear un logo alusivo a las OOCC luego de modificaciones y correcciones por parte del comité organizador (ver FIGURA2). El video de presentación de 2:03 minutos de duración se carga en la plataforma YouTube.

ISBN 978-987-47159-9-9



FIGURA2. *Logo de las Olimpíadas Cromatográficas de Farmacognosia: generado por IA (izq.) y luego de las modificaciones (der.)*

4.5. Tiempos

La convocatoria inicial a este proyecto tuvo lugar a principios de junio de 2024. El desarrollo de la planificación y organización descritas en este trabajo culminaron a mediados de agosto de 2024.

5. CONCLUSIONES Y EXPECTATIVAS

La idea, planificación y organización de la actividad se llevó a cabo en 2 meses gracias a la participación activa de todos los miembros del comité organizador. La forma diligente y expeditiva de trabajo se debe a que los docentes involucrados poseen sólidos conocimientos técnicos y didácticos en el área.

El concurso OOCC se fundamenta en varias teorías educativas que buscan maximizar el aprendizaje de los estudiantes mediante una experiencia lúdica y participativa. Según la clasificación de objetivos educativos de Benjamin Bloom, el concurso permite a los estudiantes transitar desde niveles de conocimiento básicos, como la comprensión y aplicación, hasta niveles superiores, como la evaluación y síntesis. Al analizar y comparar cromatogramas, los participantes desarrollan habilidades críticas y reflexivas, fundamentales para el aprendizaje profundo (Forehand, 2010).

Basándonos en la teoría de Howard Gardner, la actividad fomenta diversas inteligencias, como la inteligencia lógico-matemática (a través del análisis de resultados y conclusiones), la inteligencia visual-espacial (mediante la interpretación de los cromatogramas) y la inteligencia interpersonal (a través del trabajo en grupo y la evaluación por pares) (Gardner, 2011).

Al incorporar elementos de juego, como la competencia y la obtención de premios simbólicos, se incrementa la motivación intrínseca de los estudiantes. Algunos autores destacan que la gamificación puede potenciar el compromiso y la perseverancia, transformando tareas tradicionales en experiencias significativas y atractivas (Kapp, 2012; Kapp, 2014; Chans and Portuguez Castro, 2021).

Esta técnica, que implica que los estudiantes evalúen el trabajo de sus compañeros, promueve el aprendizaje colaborativo y la responsabilidad académica. Este enfoque, respaldado por autores como Sánchez-Vera y Prendes-Espinosa (2015), fomenta la reflexión crítica y la autoevaluación, esenciales para el desarrollo de competencias autónomas.

Siguiendo la teoría de Lev Vygotsky, el concurso está diseñado para situarse en la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) de los estudiantes, ofreciendo desafíos que, aunque superan su nivel actual de competencia, pueden ser alcanzados con la guía adecuada y la interacción con sus pares. Esto facilita el avance desde el conocimiento actual hacia nuevas habilidades y comprensiones (Bruner, 1986).

En resumen, el concurso OOCC no solo busca afianzar los conceptos de Farmacognosia, sino también desarrollar habilidades cognitivas superiores y fomentar un ambiente de aprendizaje colaborativo y motivador. Estos fundamentos didácticos aseguran que la actividad no solo sea educativa, sino también divertida y

enriquecedora. Al momento de la presentación de este trabajo, la actividad *Olimpíadas Cromatográficas de Farmacognosia* comenzaba a implementarse en la cursada de Farmacognosia (FFYB-UBA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bruner, J. S. (1986). *Actual Minds, Possible Worlds*. Harvard University Press.

Cátedra de Farmacognosia. (2024a). *Guía de Trabajos Prácticos*. FFYB - UBA.

Chans, G. M., & Portuguez Castro, M. (2021). Gamification as a Strategy to Increase Motivation and Engagement in Higher Education Chemistry Students. *Computers*, *10*(10), 132. https://doi.org/10.3390/computers10100132

Chapman, J. R., & Rich, P. J. (2018). Does educational gamification improve students' motivation? If so, which game elements work best? *Journal of Education for Business*, *93*(7), 315–322. https://doi.org/10.1080/08832323.2018.1490687

Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología de la UNESCO. (2019). Estudio preliminar sobre la ética de la inteligencia artificial. In *Unesdoc - Biblioteca Digital*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367823

Comité Organizador. (2024a). *BASES Y CONDICIONES del CONCURSO OLIMPIADAS CROMATOGRÁFICAS*. Cátedra de Farmacognosia. https://drive.google.com/drive/folders/1ibRRNIEpfCO5HdiVxnUK2kG9eF8Dhj2Q?usp=sharing

Evans, W. C., Trease, G. E., & Evans, D. (2009). *Trease and Evans' Pharmacognosy* (16th ed.). Saunders/Elsevier.

Facultad de Farmacia. (2024). *Farmacognosia*. Guías Académicas; Universidad de Salamanca. https://guias.usal.es/node/196979

Farmacognosia. (2024). *Cronograma de actividades prácticas y de clases teóricas*. Cátedra de Farmacognosia; FFYB-UBA. https://www.ffyb.uba.ar/catedra-farmacognosia/

Forehand, M. (2010). Bloom's Taxonomy. In *Emerging Perspectives on Learning, Teaching, and Technology* (pp. 41–47). Jacobs Foundation. Gardner, H. (2011). *Frames of Mind: the Theory of Multiple Intelligences* (3rd ed.). Basic Books.

Genially Web, S.L. (2024). *Genially, la herramienta online para crear contenido interactivo*. Genially.com. https://genially.com/es/

Gómez Cardosa, D., & Garcia Brustenga, G. (2023). *¿Cómo preguntar a la IA? - Prompts de utilidad para el profesorado para utilizar IA generativa*. eLearning Innovation Center - Universitat Oberta de Catalunya. http://hdl.handle.net/10609/147885

Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? -- a Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. https://doi.org/10.1109/hicss.2014.377

Harvard University. (2023, August 30). *Getting started with prompts for text-based Generative AI tools*. Huit.harvard.edu. https://huit.harvard.edu/news/ai-prompts

International Olympic Committee. (2024). *Olympic Values*. International Olympic Committee. https://olympics.com/ioc/olympic-values

Kapp, K. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Wiley.

Kapp, K. (2014). Gamification: Separating fact from fiction. *Chief Learning Officer*, 42–52. https://www.cedma-europe.org/newsletter%20articles/Clomedia/Gamification%20-%20Separating%20Fact%20from%20Fiction%20(Mar%2014).pdf

Litwin, E. (2008). *El Oficio De Enseñar* (pp. 1–226). Paidós.

Morillas Barrio, C. (2016). *Gamificación de las aulas mediante las TIC: un cambio de paradigma en la enseñanza presencial frente a la docencia tradicional* [Tesis doctoral]. http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3207/1/TD%20%20Morillas%20Barrio%2c%20C%c3%a9sar.pdf

OpenAI. (2024). *ChatGPT*. ChatGPT; OpenAI. https://chatgpt.com/

Perkins, D. (1995). *Smart schools: Better Thinking and Learning for Every Child*. The Free Press.

Sabzalieva, E., & Valentini, A. (2023). ChatGPT e Inteligencia Artificial en la educación superior: Guía de inicio rápido. In *Unesdoc - Biblioteca Digital*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_spa

Salvatierra, F. (2023). Explorar con la inteligencia artificial generativa en la enseñanza del nivel superior. In M. Lipsman, F. Salvatierra, M. Rodriguez Fermepín, C. Necuzzi, I. Augustovski, V. Maesschalck, G. Hara, M. Thiery, & L. Izquierdo (Eds.), *Enseñar en la universidad - 30 años del Área Pedagógica FFyB - UBA*. Área Pedagógica, Secretaría Académica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

Sánchez-Vera, M. del M., & Prendes-Espinosa, M. P. (2015). Beyond objective testing and peer assessment: alternative ways of assessment in MOOCs. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, *12*(1), 119. https://doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2262

Università degli studi di Torino. (2024). *Farmacognosia*. Corsi Di Studio in Farmacia - Chimica E Tecnologia Farmaceutiche; Università degli studi di Torino.

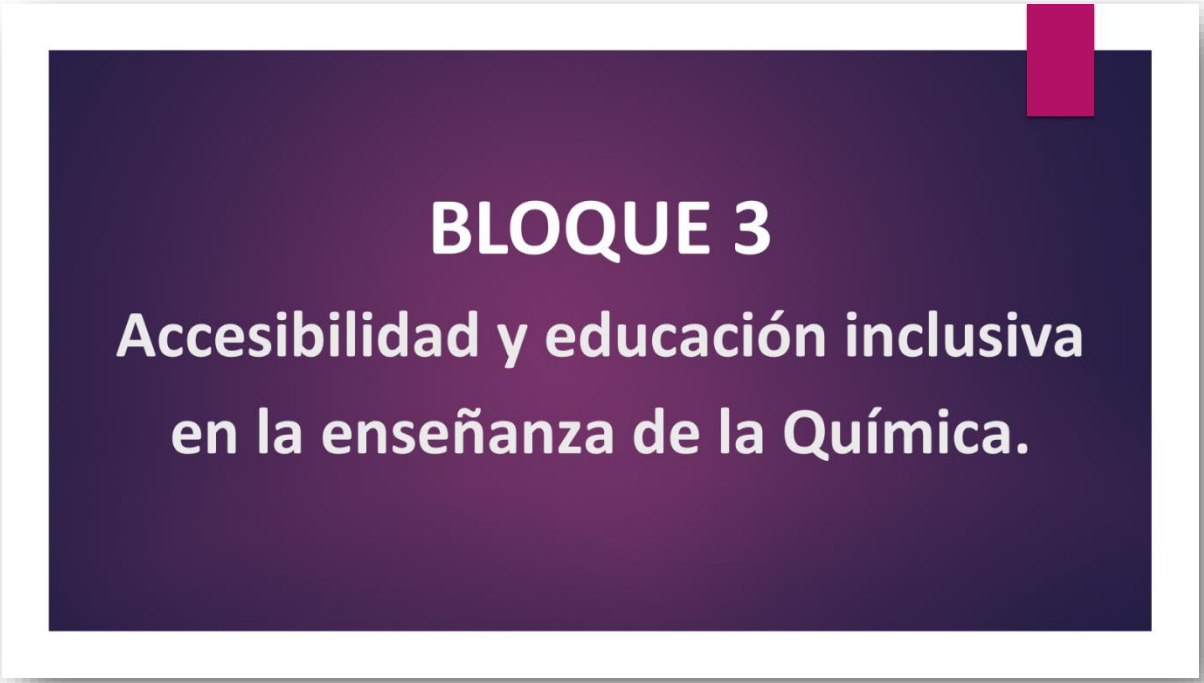
Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: how game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.

Zhang, Y., Phipps, L. B., & McDaniel, J. (2017). Pharmacognosy, a Classical Theme Tuned to a Contemporary Melody. *American Journal of Pharmaceutical Education*, *81*(8), 5953. https://doi.org/10.5688/ajpe5953

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1dtkUwDscaKl9kEIOwrvRr0BniPBET0fI/view

ISBN 978-987-47159-9-9



ISBN 978-987-47159-9-9

INDICE DE TRABAJOS PRESENTADOS EN LA MESA DE DIALOGO DEL BLOQUE 3

• Accesibilidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química

Código	Título y autores/as	Página
B3.01	**EL DESAFÍO DE LA INCLUSIÓN EDUCATIVA FRENTE A LA DISCAPACIDAD INTELECTUAL EN EL NIVEL UNIVERSITARIO** Alejandro Ángel Alarcón, Fany del Valle Cayo, Laura Flores Galleguillo, Rubén Arturo Quinteros, Rosana Alarcón	
	Trabajo completo	403
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	407
B3.02	**ACCESIBILIDAD EN ESPACIOS UNIVERSITARIOS** Matías Pila, Javier Carreras, Maricel Caputo, Elías López, Daniela Caichug Rivera, Sergio Laurella	
	Trabajo completo	408
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	412
B3.03	**HABLEMOS DE EDUCACIÓN INCLUSIVA EN QUÍMICA Y EN INTERDISCIPLINA** Milagros García Armario, Sandra A. Hernández	
	Trabajo completo	413
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	419
B3.04	**APRENDIZAJE NO FORMAL DE QUÍMICA: DIFERENTES ACTIVIDADES A PARTIR DE NARRACIONES** Dina Judith Carp, Marcela Andrea Rohr, Daniel Alejandro García, Victoria Kleinjan, Rocco Miodosky Carp, Christian Bessoni, Dafne Carp	
	Trabajo completo	420
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	425
B3.05	**ACCESIBILIDAD E INCLUSIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: EL PROGRAMA "PRIMERO ABC" COMO HERRAMIENTA PARA FOMENTAR LA COMPRENSIÓN CIENTÍFICA** Juliana Bambozzi	
	Trabajo completo	426
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	430

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B3.06	**Video testimonial** **ACCESIBILIDAD E INCLUSIÓN EN LAS CLASES DE QUÍMICA EN CONTEXTO DE DISCAPACIDAD VISUAL.** Néstor Sebastián Dop	
	Enlace al video testimonial	431
B3.07	**Video testimonial** **ACCESIBILIDAD E INCLUSIÓN EN LAS CLASES DE QUÍMICA. PRIMEROS PASOS DE UN ESTUDIANTE CON NEURODIVERSIDAD AUTISTA** Lautaro Köhler	
	Enlace al video testimonial	432

ISBN 978-987-47159-9-9

EL DESAFÍO DE LA INCLUSIÓN EDUCATIVA FRENTE A LA DISCAPACIDAD INTELECTUAL EN EL NIVEL UNIVERSITARIO

Alejandro Ángel Alarcón

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (FCN-UNSa). Av. Bolivia 5150. 4400-Salta, Argentina
qca2020agro@gmail.com

Fany del Valle Cayo

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (FCN-UNSa). Av. Bolivia 5150. 4400-Salta, Argentina
qca2020agro@gmail.com

Laura Flores Galleguillo

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (FCN-UNSa). Av. Bolivia 5150. 4400-Salta, Argentina
qca2020agro@gmail.com

Rubén Arturo Quinteros

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (FCN-UNSa). Av. Bolivia 5150. 4400-Salta, Argentina
qca2020agro@gmail.com

Rosana Alarcón

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (FCN-UNSa). Av. Bolivia 5150. 4400-Salta, Argentina
qca2020agro@gmail.com

Resumen

La inclusión en educación superior es un desafío actual para las instituciones y docentes. Este trabajo tiene como objetivo compartir una experiencia de enseñanza-aprendizaje que se concretó con un estudiante con discapacidad intelectual en la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Nacional de Salta, considerando los lineamientos y normativas institucionales vigentes. Las adecuaciones curriculares implementadas permitieron alcanzar buenos resultados, siendo pertinentes a la situación del estudiante, quien manifestó sentido del esfuerzo y compromiso. La experiencia enriqueció al equipo docente al diseñar e implementar estrategias que permitieron atender a la diversidad, asegurando la calidad académica. También se reconoce que es necesario profundizar la formación en inclusión educativa.

Palabras claves: *educación superior; adaptaciones curriculares; inclusión educativa; virtualidad; evaluación formativa.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Fundamentación

Existen distintos criterios para definir la discapacidad intelectual, uno de ellos es el criterio pedagógico: “el discapacitado intelectual es el alumno/a que presenta dificultades para seguir el proceso de aprendizaje y requiere unas necesidades educativas especiales, es decir, requiere unas adaptaciones curriculares que le permitan seguir el proceso de enseñanza ordinaria” (López Moral, 2018).

ISBN 978-987-47159-9-9

Las adaptaciones curriculares de apoyo en el aula consisten en aportar recursos de diversa índole para que el estudiante pueda acceder a los contenidos. Recursos tales como, ofrecer tutorías personalizadas, implementar un seguimiento exhaustivo, proporcionar más tiempo para la realización de actividades, fraccionar las tareas, entre otros.

Por otro lado, las adaptaciones curriculares vinculadas a los dispositivos de evaluación implican adecuar los instrumentos e instancias de evaluación, tales como, modificar el número de evaluaciones, fragmentarlas para reducir su extensión, adaptar los tiempos, entre otras alternativas.

Al diseñar e implementar las adecuaciones curriculares, es necesario considerar aspectos del funcionamiento cognitivo de personas con discapacidad intelectual leve. En particular, la atención procesual que interviene en los procesos cognitivos, es señalada como una dificultad (Quilez Santacreu, 2016), por lo tanto, es necesario considerar la extensión en tiempo de las actividades, entre otras consideraciones. Cabe señalar que, como en todo estudiante, la persona con discapacidad debe ser consciente del esfuerzo y tener real voluntad de alcanzar las metas, contando con apoyos que lo sostengan y animen.

Para concretar la inclusión en las aulas, la formación docente es clave. En este aspecto, Marulanda Páez (2021) hace referencia a ello: “precisan procesos formativos que tomen como punto de partida, una explicitación y revisión de sus imaginarios y creencias en torno a la discapacidad. Del mismo modo, han de trabajarse las posibilidades y/o las barreras que ven para estos alumnos en sus aulas, tal y como las han considerado. Asimismo, es vital ayudarles a construir, paulatinamente, lazos emocionales de segundo orden con el objeto de su aprendizaje: los EcD (estudiantes con discapacidad). Así pues, en primera instancia, requieren revisar sus conocimientos implícitos sobre el tema y los afectos que los movilizan en torno a incluir o no, a estos colectivos de aprendices en sus aulas, para iniciar desde allí, un trabajo en el que, inicialmente, puedan volver sobre sí mismos y analizar sus miedos, temores, éxitos, frustraciones, satisfacciones, prevenciones, entre otros. Con relación a lo que implica asumirse como primeros responsables del proceso de educación formal de un EcD en la escuela regular.

Además, la inclusión educativa requiere el acompañamiento institucional, brindando las condiciones y accesibilidad no sólo en lo edilicio, sino fundamentalmente en las normas y lineamientos que permitan hacer efectivos los procesos de inclusión. En tal sentido, Pérez (2023) señala “Una experiencia relatada por otra de las personas entrevistadas da cuenta de la relevancia de que las instituciones y sus referentes no sólo asuman con compromiso la responsabilidad de propiciar la accesibilidad y los cambios culturales requeridos para la participación plena de todas las personas en el sistema educativo, sino también de la necesidad de asumir con naturalidad el trabajo colaborativo –y no sólo el individual- en las instancias cotidianas de enseñanza, aprendizaje, evaluación, recreación, trabajo, etc. ”.

En definitiva, lograr la inclusión de un estudiante con discapacidad “implica esencialmente la remoción de barreras existentes dentro y fuera de los sistemas educativos que le permita darle a cada alumno una oportunidad real de educarse y de aprender” (Opertti y col., 2021).

El presente trabajo describe una experiencia pedagógica desarrollada para permitir que un estudiante con discapacidad intelectual de la carrera de Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Nacional de Salta, pueda lograr regularizar la materia Química General y rendir examen final de este espacio curricular.

Todas las acciones realizadas se sustentaron en la normativa pertinente: Ley Nacional N° 25573. Esta ley establece “el estado deberá garantizar asimismo la accesibilidad al medio físico, servicios de interpretación y los apoyos técnicos necesarios y suficientes para las personas con discapacidad”.

En concordancia con lo expresado en esta ley, en mayo de 2019, el Consejo Superior de la Universidad Nacional de Salta emite la resolución R-CS-2019-0067, la cual establece que “todas las unidades académicas deben realizar acciones académicas y técnicas para la adaptación curricular, con el fin de promover el acceso, la permanencia y el egreso de los estudiantes de la Universidad Nacional de Salta que presenten algún tipo de discapacidad, garantizando la formación efectiva en igualdad de condiciones que el resto de los estudiantes. Cada unidad académica debe brindar a los docentes la capacitación necesaria para que puedan realizar las acciones requeridas”. También aprueba y pone en vigencia el Reglamento de adaptaciones curriculares de la Universidad Nacional de Salta, que establece “la adaptación curricular se entiende como el conjunto de acciones que realiza el docente y la institución para modificar o ajustar el currículo, en respuesta a las necesidades

ISBN 978-987-47159-9-9

formativas que puedan presentar las/os estudiantes con discapacidad". También especifica que la adaptación curricular no implica disminución en las competencias profesionales y en los contenidos académicos mínimos que pautan los títulos universitarios y que habilitan al ejercicio profesional. Tampoco implican reducción en el nivel de enseñanza.

Según la resolución R-CS-2019-0067 emanada por el Consejo Superior de la Universidad Nacional de Salta, las adaptaciones curriculares deben ser pertinentes a las características del estudiante y al perfil de egresado propuesto para la carrera. Esta normativa, específica que pueden concretarse en dos dimensiones: apoyo en el aula y dispositivos de evaluación.

1.2 Objetivo

El objetivo de este trabajo es compartir las experiencias de enseñanza y de aprendizaje, que se concretaron con un estudiante con discapacidad intelectual.

2. RELATO DE LA EXPERIENCIA: CONTEXTO Y ADAPTACIONES

El estudiante presentó Certificado único de discapacidad (CUD) indicando como diagnóstico: ataxia hereditaria no especificada, anormalidades de la marcha y la movilidad y retraso mental leve. El joven residía en una localidad del interior de la provincia de Salta, al momento de transitar esta experiencia de aprendizaje que se describe, tenía 25 años.

La experiencia que se relata se concretó en el segundo cuatrimestre del 2021, donde bajo las condiciones de aislamiento social preventivo y obligatorio, motivado por la pandemia causada por el virus COVID-19, las actividades académicas se concretaron virtualmente.

En el plan de estudios vigente la asignatura Química General se encuentra en primer año, de régimen cuatrimestral y se dicta en el segundo cuatrimestre.

El estudiante presentó la solicitud ante la Secretaría Académica de la facultad, que transmitió a los docentes de la cátedra el pedido realizado. Se realizaron consultas al interior de la cátedra, valorando la experiencia de los docentes en el trabajo con estudiantes con discapacidad intelectual en otros niveles de enseñanza.

En consecuencia, se presentó al estudiante una propuesta con las adecuaciones curriculares, esto se realizó mediante una reunión virtual con docentes de la cátedra. El estudiante aceptó conforme y entusiasmado las adecuaciones a implementar.

Para concretar la propuesta, el estudiante participó de las clases teóricas y prácticas, junto a los demás estudiantes que cursaron la asignatura de manera regular, compartiendo el mismo material bibliográfico y estrategias de enseñanza. Estas clases se realizaron virtualmente mediante ZOOM. El material bibliográfico se difundió mediante la plataforma de la facultad y redes sociales.

A los fines de ofrecer una instancia personalizada de enseñanza y de aprendizaje, se implementó una clase semanal de consulta particular. Estas clases fueron dictadas por un docente de la cátedra que estableció un vínculo empático con el estudiante.

Considerando lo reglamentado en las adaptaciones curriculares (R-CS-2019-0067) se propuso un cronograma de evaluación particular, que permitió al estudiante rendir evaluaciones de temas puntuales y con una distribución en el tiempo que le resultaron accesibles, sin implementar una disminución en los contenidos mínimos ni en los objetivos de la asignatura.

En este cronograma se estableció que el estudiante debía rendir el contenido de 2 trabajos prácticos en cada evaluación, las que se concretaron cada dos semanas. Los objetivos y los criterios de cada evaluación fueron explicitados al estudiante en una instancia previa a la evaluación. Además, se pautaron fechas de recuperación e instancias de recuperación en segunda instancia, por si fueran necesarias.

En el marco de una evaluación formativa, el estudiante accedió a una instancia de autoevaluación recibiendo una retroalimentación pertinente. El diseño del cuestionario de autoevaluación como la devolución estuvieron a cargo de otro docente de la cátedra.

ISBN 978-987-47159-9-9

De cada evaluación escrita, tanto las realizadas en primera instancia como en sus recuperaciones, el estudiante recibía una devolución escrita y oral, con el propósito que pueda valorar sus logros e identificar aquellos temas que debía mejorar.

En el cronograma inicial, además de las clases de consulta, se establecieron instancias de evaluación y sus respectivas recuperaciones. Este cronograma se entregó al inicio de la cursada al estudiante, de manera que pueda organizarse en el tiempo correctamente. El estudiante y el equipo docente de la cátedra se ajustaron a este cronograma inicial y no fue necesario modificarlos durante la cursada. Cabe señalar, que por la resolución R-CS-2019-0067, se pudo establecer una prórroga en la fecha para informar la regularidad del estudiante en la materia.

En las evaluaciones, los contenidos y los instrumentos empleados eran semejantes a los destinados a los demás estudiantes. Solamente se diferenciaban en cuanto a la extensión, es decir que los otros estudiantes rendían más temas en sus evaluaciones.

3. RESULTADOS DE LA INCLUSIÓN EDUCATIVA

A partir del análisis de la experiencia realizada queremos destacar, la responsabilidad y entusiasmo que demostró el estudiante en la asistencia a todas las clases teóricas y prácticas. Participó de las clases de consulta, siendo este un espacio de intercambio donde el aprendiz pudo presentar el planteamiento de resolución de las actividades propuestas de forma ordenada y concisa, así mismo se observó una muy buena apropiación de los conceptos teóricos y un buen manejo del lenguaje disciplinar.

En este mismo sentido, es necesario mencionar que participó y resolvió adecuadamente en tiempo y forma las distintas autoevaluaciones planteadas por la cátedra y que por lo general fueron similares a las realizadas por el resto de la clase. Además, expresaba con claridad lo que consideraba no entender o que le resultaba de difícil comprensión.

El estudiante aprobó cuatro evaluaciones en primera instancia y dos en sus respectivas recuperaciones logrando la regularidad de la asignatura.

Por último, también es importante mencionar que el estudiante rindió y aprobó el examen final de la asignatura en el primer turno de examen posterior a alcanzar la regularidad, en modalidad virtual.

4. CONCLUSIONES

La experiencia planteada y sus resultados, nos permiten señalar que las adecuaciones curriculares que se implementan en un estudiante con discapacidad permiten alcanzar buenos resultados, siempre que sean pertinentes a la situación del estudiante y este acepte la propuesta. Además, resulta indispensable que el estudiante, a pesar de sus limitaciones de diversa índole exprese en sus diversas acciones el deseo por aprender y superarse.

También consideramos que la evaluación formativa, resulta muy valiosa porque permite que el estudiante pueda identificar sus puntos de avance y aquellos que le significan una dificultad. En el caso particular de un alumno con discapacidad, esto tiene un impacto significativo, por cuanto puede motivarse con sus avances y así intensificar su esfuerzo por aprender.

Desde nuestra práctica docente, nos resultó una enriquecedora experiencia, porque apreciamos el valor del trabajo en equipo para generar estrategias que nos permitieron brindar a un estudiante la oportunidad para apropiarse de los contenidos particulares de la materia y vivenciar como docentes, el desafío que significa la heterogeneidad en las aulas, es decir atender a la diversidad en un marco que garantice igualdad, equidad y calidad.

Los docentes en nivel superior, necesitamos recibir capacitaciones que nos brinden herramientas para acompañar a un estudiante con discapacidad y también debemos trabajar en cuanto al grado de empatía y sensibilidad que debemos poner en juego en estas situaciones, donde es necesario asegurar calidad académica en los aprendizajes y a la vez aportar al crecimiento de una persona. También el acompañamiento y compromiso institucional son piezas claves para fomentar la inclusión educativa.

ISBN 978-987-47159-9-9

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ley Nacional de Educación Superior Argentina N° 25573. https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25573-73892/texto

López Moral, L. (2018). Aprendiendo desde la perspectiva de las necesidades educativas especiales en alumnos con Discapacidad Intelectual. Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad, *4*(2), 126-135. https://doi.org/10.17561/riai.v4.n 2.11

Marulanda Paeza, E. & Sánchez Vallejo, A. (2021) «En mi aula sí se puede»: Propuesta de un modelo de formación en educación inclusiva y discapacidad para maestros. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, *REXE*, *20*(44), 331-339. https://doi.org/10.21703/0718-5162.v20. n43.2021.019

Opertti, R., Bueno, C. y Arsendeau, B. (2021). Inclusión en Educación. *Oficina Internacional de Educación de la UNESCO. Curriculum on the move, thematic notes*, 1-3. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378427_spa?posInSet=1&queryId=ba2526fa-0b4c-476e-94d4-7831ac2e53ae

Pérez, A. (2024). Educación y discapacidad. La inclusión como problema. *Voces de la educación*, *9* (17), 43- 70. https://www.revista.vocesdelaeducacion.com.mx/index.php/voces/article/view/728

Quilez Santacreau, E. (2016). ESTUDIO DE LA ATENCIÓN EN PERSONAS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL LEVE. *Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad*, *2*(1), 55-65. https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/riai/article/ view/4194

Resolución del Consejo Superior de la Universidad Nacional de Salta (Argentina) R-CS-2019-0067. REGLAMENTO DE ADAPTACIONES CURRICULARES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA. http://bo.unsa.edu.ar/cs/R2019/R-CS-2019-0067.pdf

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1H6HUpKDrocMq5zZ01DAdupUZ_r8QXRDu/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 3: Accesibilidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química – B3.02

ACCESIBILIDAD EN ESPACIOS UNIVERSITARIOS

Matías Pila

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
matias.pila89@gmail.com

Javier Carreras

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.
gjcarreras@gmail.com

Maricel Caputo

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
maricelcaputo2@gmail.com

Elías López

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
eliaslopez567@gmail.com

Daniela Caichug Rivera

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.
danyrivera2010@live.com

Sergio Laurella

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
sllaurella@hotmail.com

Resumen

En las últimas décadas se produjo un significativo avance en términos de la inclusión educativa. En ese marco, entender la falta de accesibilidad no como un aspecto inherente al alumno sino como una cuestión intrínsecamente relacionada con su entorno es fundamental. La Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP cuenta desde 2014 con la Comisión de Ciencias Exactas sobre Discapacidad, que promueve la inclusión académica de alumnos con discapacidades. En este trabajo nos propusimos abordar la falta de accesibilidad a los espacios donde se desarrollan las clases de la asignatura Química Orgánica I, identificando fallas en los espacios de estudio y proponiendo modificaciones que promuevan la inclusión y permanencia de alumnos con discapacidades.

Palabras clave: *accesibilidad; discapacidades; inclusión; educación; química.*

ISBN 978-987-47159-9-9

1. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2006, con la promulgación de la Ley Nacional de Educación (Ley N.º 26.206), se establece un marco integral para el sistema educativo en Argentina, con un enfoque en la educación inclusiva. La ley reconoce el derecho a una educación de calidad para todos los estudiantes, incluyendo aquellos con discapacidad. La Convención, que Argentina adhirió a través de la Ley 26.378/2008, adopta el Modelo Social de la Discapacidad, el cual considera que "las causas que dan origen a la discapacidad no son religiosas ni científicas, sino que son preponderantemente sociales". Por otra parte, la Ley Nacional de Educación Inclusiva (Ley N.º 27.044/2014) reforzó el enfoque inclusivo en el sistema educativo argentino. Dicha Ley establece que todas las personas con discapacidad tienen el derecho a una educación inclusiva, adaptada a sus necesidades, en el mismo entorno que el resto de los estudiantes. La ley busca garantizar el acceso, permanencia y egreso del sistema educativo para todos los estudiantes, sin importar sus condiciones de discapacidad.

Según Suasnábar y Rovelli (2016), "la centralidad de la inclusión educativa en la agenda de política de la Educación Superior expresa la toma de conciencia de los gobiernos respecto de que la ampliación del acceso no necesariamente garantiza la democratización de este nivel".

¿Pero, qué es la educación inclusiva? Si entendemos que la discapacidad se origina cuando una persona se encuentra con barreras que obstaculizan su plena participación en diversos ámbitos, eliminar dichas barreras es el primer paso en la búsqueda de la inclusión (Palacios, 2008). Para una educación consciente y comprometida con la sociedad es imperioso buscar las formas que favorezcan la inclusión, ya sea eliminando barreras físicas y/o sociales, para incluir a todas las personas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La accesibilidad puede identificarse como una de las maneras de suprimir las barreras para los grupos de personas con discapacidad, lo cual puede suponer complejas intervenciones F. Alonso (2007) hace hincapié en que actualmente se está reconociendo la implicancia que la accesibilidad tiene en la calidad de vida de las personas. Repensando un diseño de mayor calidad de los espacios y orientado hacia la diversidad de usuarios, cualquier persona debe poder disponer y utilizar con confort y seguridad los entornos, de manera presencial o virtual, en igualdad de condiciones que los demás.

Según F. Aragall (2003), la accesibilidad puede definirse como una característica del entorno que permite a cualquier persona relacionarse con él y utilizarlo de forma segura y respetuosa.

En la UNLP, más precisamente en la Facultad de Ciencias Exactas, desde el año 2014 se estableció la Comisión de Ciencias Exactas sobre Discapacidad. Entre sus funciones se encuentran la concientización a toda la comunidad de la Facultad a través de foros y jornadas, realizar relevamientos de toda la infraestructura a fin de evaluar el estado edilicio para el tránsito y permanencia de personas con discapacidades y proponer las modificaciones necesarias y por último la adecuación de los planes de estudio y de herramientas didáctico-pedagógicas accesibles al equipo docente que faciliten la inclusión académica de los estudiantes que presenten alguna discapacidad.

Ahora bien, ¿por qué creemos que es importante enfocarnos en la accesibilidad para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el ámbito de la educación química? La educación en Química favorece el pensamiento crítico y analítico de las personas por medio de la comparación, deducción y la observación detallada; desarrolla aptitudes cooperativas, comunicacionales y metodológicas, entre otras (Rendón Fernández y Gómez, 2020). Sin embargo, para que dicho proceso de aprendizaje y enseñanza sea realmente significativo en casos de estudiantes con discapacidad, se debe no solo pensar en el contenido a estudiar, sino en las formas y accesos a la información que se les brinda, de manera que sea equitativo para todo el estudiantado (Tigre Orozco y Jara Cobos, 2022).

Como menciona Foxwell (2024), existen varias estrategias didácticas de las cuales podemos hacer uso para un mejor seguimiento y evaluación del proceso, y así, garantizar la accesibilidad dentro y fuera del aula. Este proceso de evaluación es importante ya que cada caso al que nos enfrentamos es muy particular y requiere de una atención muy grande para poder concluir si efectivamente o no los cambios realizados satisfacen los objetivos propuestos.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. OBJETIVO

El objetivo del trabajo es proponer un rediseño de aulas y laboratorios para el dictado de los cursos de Química Orgánica, que aborde diversas medidas de accesibilidad para personas con discapacidad motriz.

3. PROPUESTA DE REDISEÑO

La asignatura de Química Orgánica I es un curso de segundo año del ciclo básico que comprende las carreras de Licenciatura en Química, Biotecnología, Bioquímica, Farmacia, entre otras, de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. Está dirigida a estudiantes que hayan atravesado los cursos introductorios de Química, Física y Matemática. Comprende un amplio espectro de estudiantes con diversos intereses y estilos de aprendizaje.

Siendo la asignatura inicial de Química Orgánica, debe asentar las bases para el futuro académico de los estudiantes en los fundamentos de esta rama de la Química, tanto a nivel teórico como práctico con los trabajos de laboratorio. Por lo tanto, es importante que cada estudiante atraviese esta asignatura de la manera más armoniosa y segura posible, acorde a las necesidades de cada uno.

Como docentes de la Cátedra de Química Orgánica I creemos que es esencial que cada estudiante pueda realizar sin dificultades los experimentos de los trabajos prácticos. Esto es crucial para desarrollar habilidades en el manejo de los materiales de laboratorio, en la manipulación de sustancias químicas y para adquirir los conocimientos básicos de las normas de trabajo en un laboratorio, además de los contenidos teóricos de la asignatura. Consideramos a las prácticas de laboratorio como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales propuestos en cualquier dispositivo pedagógico (Osorio, 2004).

Por eso, en este trabajo se propone rediseñar los espacios de la asignatura para mejorar la calidad del aprendizaje de todos los estudiantes de manera integral, enfocándonos la accesibilidad.

Como se mencionó previamente, la comisión de discapacidad ha trabajado en numerosos casos de estudiantes que presentaron algunas problemáticas a la hora de comenzar su ciclo lectivo. Tal fue el caso de un estudiante con discapacidad motriz, para lo cual hubo un trabajo en conjunto con la División de Química Orgánica para garantizar el correcto desarrollo de las clases y tratar de prever posibles complicaciones en el transcurso de los laboratorios. En esta oportunidad hubo un gran trabajo desde el punto de la organización, siempre buscando integrar al estudiante en las prácticas.

Teniendo en cuenta que en la actualidad la Cátedra dispone de nuevas aulas y laboratorios, nos proponemos rediseñar los espacios de manera de adaptarlos a las necesidades de los estudiantes, teniendo presentes posibles inconvenientes de accesibilidad, para que futuros estudiantes puedan tener garantizada su participación en cada práctica y puedan formar parte de forma integral de la misma.

La propuesta busca redefinir los espacios de aprendizaje por lo que es necesario el trabajo en conjunto con la Comisión de Discapacidad para conocer las características de los individuos que puedan estar involucradas en el proceso de aprendizaje.

3.1. Espacios de teoría

Las aulas deben rediseñarse para que cualquier estudiante pueda acceder y participar durante las clases. Un gran inconveniente son los pupitres, los estudiantes con discapacidad motriz presentan complicaciones al momento de poder comenzar sus estudios ya que, los pupitres no están adecuados a las necesidades de dichos estudiantes. Así también, la disposición de los bancos es un tanto abarrotada, es importante que siempre se garantice el libre acceso. Por último, los pizarrones no están a una altura para que un estudiante con discapacidad motriz pueda escribir. Durante los últimos años se les ha otorgado a los estudiantes un mayor protagonismo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo que se ha fomentado una mayor participación en el dictado de las clases normales, como por ejemplo el uso del pizarrón. Por lo que es crucial que todos los estudiantes tengan acceso al mismo y no queden como simples espectadores.

ISBN 978-987-47159-9-9

3.2. Espacios de laboratorio

Claramente, la propuesta surgió con la adquisición de estos nuevos espacios (FIGURA 1). Trabajar en laboratorios que llevan años de uso, intentando contemplar estas nuevas necesidades de accesibilidad del aprendizaje, es complejo. Por lo que estos nuevos espacios son un lienzo perfecto para que puedan garantizarse estas necesidades.

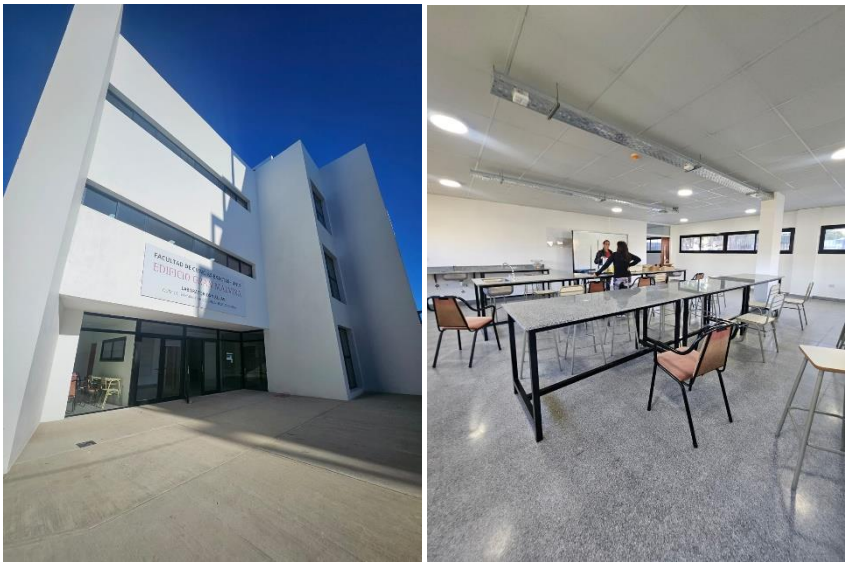


FIGURA 1. *Nuevos espacios de Química Orgánica I-UNLP.*

Los obstáculos a la accesibilidad observados en los espacios de teoría siguen existiendo en el laboratorio, pero debemos sumarle uno nuevo y más importante: la mesada.

La mesada es el mayor instrumento de enseñanza dentro del laboratorio. Pero, claramente, no está al alcance de todos los estudiantes. Comprender, diagramar y diseñar un trabajo experimental sobre una mesada parece algo natural para cualquiera de nosotros, pero es algo que se logra con la experiencia, desde conectar una manguera y corroborar que el equipo se encuentre en la posición adecuada para no derramar agua en la mesada, hasta trabajar en condiciones estrictas para la correcta manipulación de reactivos.

La realidad, es que hoy en día no existe un laboratorio que le permita a estudiantes con discapacidad motriz tener un acceso seguro para el trabajo experimental. Por lo que, proponemos la implementación de una mesada que cumpla con los requerimientos de altura, para que estos estudiantes puedan participar y adquirir estos conocimientos, como el resto de sus compañeros: de manera segura e integral.

4. CONCLUSIONES

En conclusión, el proceso descrito en el trabajo subraya un compromiso integral con la accesibilidad y la inclusión educativa en Argentina, destacando avances normativos como las leyes de Educación Inclusiva y el Modelo Social de la Discapacidad. Sin embargo, su implementación práctica requiere evaluaciones constantes. Por un lado, se reconoce la necesidad de eliminar barreras físicas y sociales para garantizar el acceso pleno de los estudiantes con discapacidad a los entornos educativos. En particular, la adaptación de las aulas y laboratorios en la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP evidencia un esfuerzo por mejorar la infraestructura y los recursos didácticos para favorecer la participación equitativa.

A través de estas iniciativas, surgen desafíos importantes. La accesibilidad no debe limitarse a la infraestructura, sino también contemplar la personalización de las prácticas educativas, como se plantea en el rediseño de los espacios de aprendizaje de la cátedra de Química Orgánica I. Además, no hay que olvidar que la Química, como ciencia experimental, posee características únicas que pueden complejizar la experiencia educativa de los estudiantes para los que no se han tenido en cuenta los problemas de accesibilidad en la educación. Es por esto por lo que creemos que el primer paso es visibilizar las deficiencias que, en la actualidad,

ISBN 978-987-47159-9-9

siguen existiendo en los espacios universitarios con respecto a la accesibilidad y el impacto que generan en el desarrollo académico de los estudiantes. Evaluar el impacto de estas reformas exige analizar si las modificaciones cumplen con las expectativas de inclusión, permitiendo que todos los estudiantes accedan a una experiencia académica de calidad. El trabajo conjunto entre docentes y la Comisión de Discapacidad es crucial para seguir mejorando la efectividad de estas medidas, y resulta imperativo desarrollar herramientas de monitoreo que aseguren que se están logrando los objetivos de inclusión propuestos. El uso de las nuevas tecnologías digitales son las herramientas perfectas para acompañar y evaluar dicho proceso.

Herramientas como el M-learning, plataformas y laboratorios digitales pueden ser utilizadas para acompañar y, además como medios de evaluación en el rediseño con foco en la accesibilidad, contemplado en la enseñanza, y sus resultados en el aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, F. (2007). *Algo más que suprimir barreras conceptos y argumentos para una accesibilidad universal*. Revista de Traductología TRANS, 11, pp. 15-30.

Aragall, F. (2003). *Eca, European concept for accessibility*. Ed: Info Handicap, Luxembourg.

Foxwell, A. (2024). *La accesibilidad en la educación: cinco estrategias*. Recuperado el 17 de octubre de 2024 de https://www.readspeaker.com/es/blog/educacion-accesibilidad/

Osorio, Y.W. (2004). *El experimento como indicador de aprendizaje*. Boletín PPDQ, No. 43, pp. 7-10.

Palacios, A. (2008). *El modelo social de discapacidad: orígenes, caracterización y plasmación en la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. Madrid: CINCA.

Rendón Fernández, M. y Gómez, V. (2020). *Desarrollo de competencias científicas en cursos de Química*. Encuentro de Ciencias Básicas (4): Las ciencias básicas y los nuevos retos. Experiencias significativas en el aula y I Congreso internacional de Red de Departamentos de Ciencias Básicas: ciencia y tecnología, 4(1), 46-57.

Suasnábar, C. y Rovelli, L. (2016). Ampliaciones y desigualdades en el acceso y egreso de estudiantes a la educación superior en la Argentina. En I. Aranciaga (Ed.), *La universidad y el desafío de construir sociedades inclusivas: debates y propuestas sobre modelos universitarios desde una perspectiva comparativa* (pp. 68-91). Río Gallegos: Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

Tigre Orozco, M.C. y Jara Cobos, C.V. (2022). *La enseñanza de la química a estudiantes con discapacidad intelectual leve y moderada: estudio de caso*. Revista Cubana de Educación Superior. Volumen. 41(1). La Habana.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1bWR27p6IcadhoR9VhbaQT-PUlDoO_Ixh/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 3: Accesibilidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química – B3.03

HABLEMOS DE EDUCACIÓN INCLUSIVA EN QUÍMICA Y EN INTERDISCIPLINA

Milagros García Armario

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
milagrosgarcia778@gmail.com

Sandra A. Hernández

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
sandra.hernandez@uns.edu.ar

Resumen

El presente trabajo se llevó a cabo como parte del plan propuesto en el marco del Programa de Becas de Estímulo al Estudio que realizó una alumna avanzada del Profesorado en Química de la Universidad Nacional del Sur. La investigación realizada tuvo como objetivo general contribuir a la formación de docentes inclusivos, comprometidos con la realidad educativa y que sean capaces, no solo de abordar conceptos químicos o proponer proyectos interdisciplinares, sino también, sentirse en condiciones de asumir una enseñanza basada en la equidad y la inserción incondicional de estudiantes con discapacidad y/o dificultades. Se analizan las leyes vigentes, las dificultades encontradas desde la formación en química y las encuestas de opinión realizadas a futuros docentes de otras disciplinas. La brecha encontrada entre los saberes requeridos y los adquiridos en la temática en estudio, llevó a la confección de un blog y un podcast pensados como aportes a la formación docente. Asimismo, se resuelve generar modificaciones en las planificaciones de clases adhiriendo a la idea del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA).

Palabras clave: *inclusión educativa; equidad; formación docente; discapacidad; DUA*

1. INTRODUCCIÓN

La educación inclusiva atraviesa no solo a las personas con discapacidad sino también nuestras prácticas docentes. El objetivo de esta investigación, realizada por una estudiante avanzada de Profesorado en Química en el marco de una beca de Estímulo al Estudio, es visualizar una problemática actual. La temática de la inclusión se presenta como una necesidad de abordaje, carente en el currículo de los planes de estudio vigentes.

El trabajo de desarrolló en el marco de un proyecto de investigación *Estudios de Química en contexto desde un enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. Los estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad responden a una línea de trabajo académico y de investigación, que tiene por objetivo el estudio de la naturaleza social del conocimiento científico-tecnológico y su incidencia en los diferentes ámbitos económicos, sociales, ambientales y culturales. (Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2003; Acevedo-Díaz, 2004; Pérez-Robles et al., 2024).

El proyecto propone abordar la investigación en temas de relevancia social y de impacto en la enseñanza de la Química destacando la importancia de un enfoque interdisciplinar, integrando a la Química en un contexto real, que vincula a esta ciencia con las necesidades emergentes en el mundo actual. Entre los objetivos de este proyecto se propone promover la investigación en estudiantes de formación docente, incentivando la actitud crítica y observadora frente a la incorporación de nuevos enfoques y concepciones, favoreciendo el desarrollo integral del estudiantado en los diferentes ámbitos que constituyen su vida personal y su futuro laboral. Entendiendo que esta beca representa un estímulo en la formación del estudiantado, las temáticas a abordar fueron elegidas por cada estudiante de acuerdo a sus inquietudes particulares.

ISBN 978-987-47159-9-9

La educación basada en la equidad y la inclusión, constituye un desafío que demanda una formación que ponga en valor el desarrollo de docentes capaces de proponer estratégicas, innovar y ser creativos a la hora de planificar.

Dentro del Plan de Trabajo propuesto, previsto para ser desarrollado a lo largo los 10 meses que estipula la beca, el objetivo general fue lograr realizar aportes a la educación secundaria y universitaria desde este enfoque, enfatizando la importancia de la inclusión de estudiantes con discapacidad y/o dificultades.

2. ACERCA DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL DOCENTE

2.1 ¿Qué dicen las leyes argentinas?

A nivel universitario, un documento realizado por la Red Interuniversitaria de Discapacidad (RID) del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) explicita que:

> La Ley 24.521/1995 de Educación Superior y su modificatoria, Ley 25.573/2002 - que refiere específicamente a la situación de discapacidad en la educación superior - establecen las responsabilidades y el compromiso del Estado Argentino en implementar políticas progresivas para asegurar el derecho a la educación a estudiantes con discapacidad - y en la institución universitaria particularmente - como así también respecto de la transversalización de la perspectiva de discapacidad y accesibilidad en toda la dinámica de la universidad y fundamentalmente en la docencia, la investigación y la cooperación / extensión. (RID – CIN, 2021, p. 1)

Por su parte, la Ley Nacional de Educación N° 26.206 sancionada en 2006, en el Título IV: Los/as docentes y su formación, Capítulo II, Artículo 71 establece que:

> La formación docente tiene la finalidad de preparar profesionales capaces de enseñar, generar y transmitir los conocimientos y valores necesarios para la formación integral de las personas, el desarrollo nacional y la construcción de una sociedad más justa. Promoverá la construcción de una identidad docente basada en la autonomía profesional, el vínculo con la cultura y la sociedad contemporánea, el trabajo en equipo, el compromiso con la igualdad y la confianza en las posibilidades de aprendizaje de los/as alumnos/as.

Asimismo, en el Título V: Políticas de promoción de la igualdad educativa, Capítulo II, Artículo 80 menciona que:

> Las políticas de promoción de la igualdad educativa deberán asegurar las condiciones necesarias para la inclusión, el reconocimiento, la integración y el logro educativo de todos/as los/as niños/as, jóvenes y adultos/as en todos los niveles y modalidades, principalmente los obligatorios.

Desde el año 2008, a través de la sanción de la ley 26.378, la Argentina reconoce el derecho de niños, niñas, adolescentes y mayores con alguna o varias discapacidades a una educación inclusiva en todos los niveles educativos.

Si bien las leyes vigentes en Argentina son claras respecto a la formación docente y la inclusión, la percepción general del estudiantado en formación es que no posee las herramientas necesarias.

2.2. ¿Qué dice la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible?

La Agenda 2030, adoptada por la Asamblea General de la ONU en 2015, plantea 17 Objetivos con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental

En particular, el Objetivo de Desarrollo Sostenible ODS 4 declama: “Garantizar una educación inclusiva y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje para todos” (ODS, 2015).

2.3. ¿Qué demanda la inclusión?

Al respecto, Alba Pastor (2019) menciona que para que el alumnado sea aceptado, reconocido en su singularidad y que pueda participar según sus capacidades, se requiere de adaptaciones que, además de verse reflejadas en la normativa, deben estar acompañadas de prácticas metodológicas y organizativas que aseguren

ISBN 978-987-47159-9-9

su efectividad. Esto supone, por lo tanto, un cambio de paradigma para entender que la educación inclusiva en todos los casos requiere también de un desarrollo curricular para todas las personas.

Fernández Batanero (2013, p. 84) refiere “a facilitar el progreso del alumnado diverso a través de los dispositivos didácticos cuyo dominio se nos supone como profesionales de la enseñanza”.

2.4. ¿Y qué más?

Además de la necesidad de trabajar en contexto y con enfoque CTSA, como se enfatizó en la introducción de este trabajo, la realidad educativa en cierta medida impone a los docentes en ejercicio trabajar de manera interdisciplinar. De ahí la necesidad de formarse para trabajar en colaboración con docentes de otras disciplinas (Hernández, 2020).

Un estudio realizado por Marcos-Merino, Gallego y Ochoa de Alda (2020), muestra que el enfoque interdisciplinar aumenta las emociones positivas hacia el estudio de la química.

3. LA IMPORTANCIA DE SABER

Habiendo analizado los aspectos mencionados previamente en los otros dos incisos de este trabajo, quedó evidenciado que, si bien están ampliamente especificados tanto los derechos como las obligaciones de docentes en ejercicio y en formación, la inclusión no está curricularizada como debería estarlo y por ende hay mucho desconocimiento al respecto.

En tal sentido, se realizó una búsqueda y selección de bibliografía reuniendo información relevante sobre el recorrido histórico de la educación para personas con discapacidad, marcos normativos nacionales e internacionales y necesidades educativas de las personas con discapacidad (Arnaiz Sánchez, 2004; Azorín Abellán, 2016; Cinquegrani, 2021; Echeita Sarrionandia, 2017; Ministerio de Educación de la Nación, 2019; Parra Dusan, 2010; Ramos Feijoo y Huete García, 2016).

Con el material bibliográfico se elaboraron un podcast y un blog de acceso abierto (García, 2022). La decisión de presentar la investigación de esta manera pretende la difusión de la misma atendiendo a la diversidad, para justamente promover la inclusión de todas y cada una de las personas que quieran acceder a dicha información.

El podcast (García, 2022-presente, 5m16s) recupera los dichos de diferentes autores mostrando el recorrido histórico sobre la educación de las personas con discapacidad desde la total exclusión donde primaba el rechazo, pasando por la aparición de la educación especial, luego por la integración y por último por el concepto de educación inclusiva.

El blog titulado “Hablemos de educación inclusiva” contiene cuatro publicaciones destinadas al abordaje de diferentes cuestiones de interés dentro del tema investigado: ¿Qué dicen las leyes?, ¿Cuál fue el recorrido histórico? ¿Cómo llegamos a hablar de educación inclusiva?, las leyes están, pero… ¿qué es lo que ocurre en las aulas? ¿realmente se ven reflejadas?, y finalmente, ¿Qué son las buenas prácticas?

Tanto en el blog como en el podcast se invita constantemente a la reflexión sobre las prácticas reconociendo que la discapacidad no es un problema individual sino una cuestión social en la medida en que es la sociedad la que promueve un entorno discapacitante (Cinquegrani, 2021). Ambas producciones se encuentran referenciadas en la bibliografía de este escrito para su consulta.

4. ENCUESTAS DE OPINIÓN

Asumiendo que la educación inclusiva atraviesa el ejercicio profesional docente, independientemente de la disciplina específica que se enseñe y que la interdisciplina es indispensable para abordar diferentes temas de química en contexto y con enfoque CTSA, se decidió hacer una encuesta de opinión a estudiantes avanzados de otros profesorados.

Las preguntas se constituyeron en un cuestionario ad-hoc, con preguntas abiertas y cerradas, confeccionadas a través de un formulario de Google y distribuido vía WhatsApp.

ISBN 978-987-47159-9-9

La encuesta se realizó con el propósito de conocer sus opiniones respecto a la inclusión y a la formación recibida al respecto y para detectar si la realidad y percepción de los docentes en formación de los profesorados en química tenían puntos de común con los de otros profesorados.

Respondieron la encuesta diez estudiantes avanzados pertenecientes a los profesorados de: Filosofía, Letras, Historia y Matemática.

Al consultarles si estaban ejerciendo la docencia, y en tal caso, en qué nivel, seis de los encuestados dijo "no". De los cuatro que respondieron afirmativamente, uno dijo desempeñarse como profesor de educación secundaria, dos en educación universitaria y uno dijo ser docente de clases particulares.

Al preguntarles si habían tenido estudiantes en condición de inclusión, dos respondieron afirmativamente

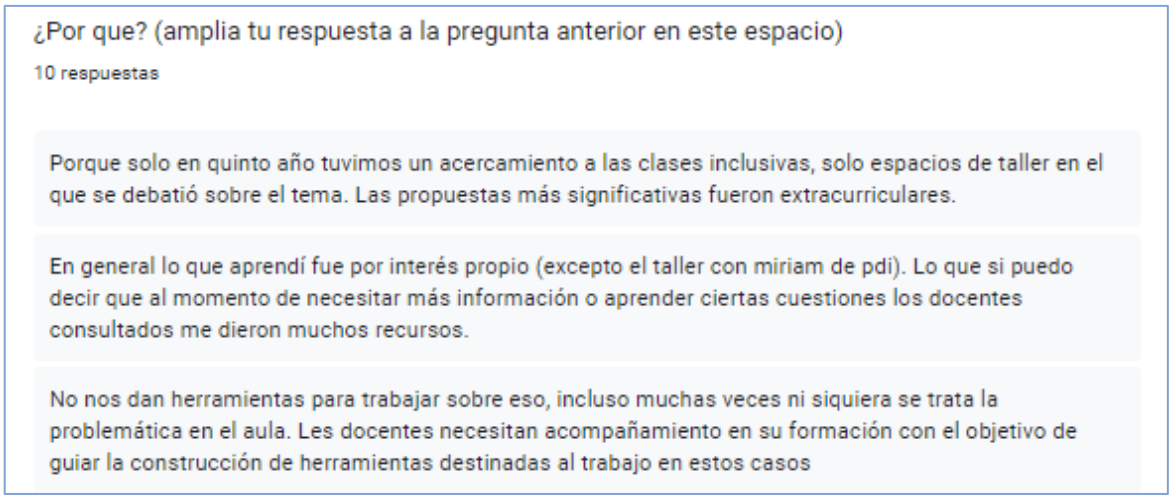
La FIGURA 1, muestra las respuestas dadas por estudiantes de distintos profesorados al indagarlos acerca de la formación en inclusión.

La pregunta ¿Crees que la formación académica recibida te preparó para afrontar clases inclusivas con estudiantes con diversidad de discapacidades? les daba las opciones de responder Si/No/Otra. Como muestra la FIGURA 1, el 70 % respondió que No, el 10 % que Sí, el 10 % "Más o menos" y el 10 % argumentó "Recién ahora me estoy formando"



FIGURA 1. *Respuestas de los estudiantes de profesorados de Filosofía, Letras, Historia, Matemática respecto a si su formación académica los preparó para ser docentes inclusivos.*

A continuación, se les consultaba ¿por qué?, en caso de que quisieran ampliar sus comentarios, los cuales se muestran en la FIGURA 2.



ISBN 978-987-47159-9-9

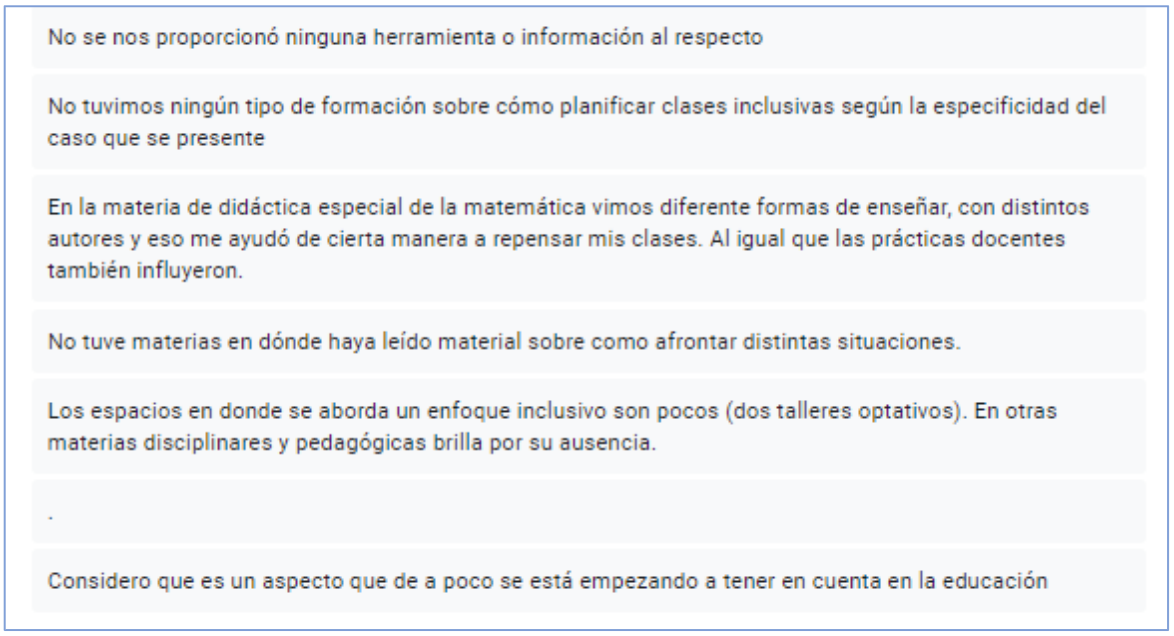


FIGURA 2. *Explicaciones dadas por los estudiantes de profesorados de Filosofía, Letras, Historia, Matemática respecto a su formación en inclusión*.

De las diez personas que respondieron, ocho de ellas no han tenido alumnos con proyectos de integración, pero casi en su totalidad (9 de 10) coinciden en que la formación académica recibida no los prepara para afrontar clases inclusivas con estudiantes con diversidad de discapacidades.

Los testimonios dados respecto del tema muestran que es necesario que también los espacios de formación de los futuros docentes sean capaces de reflexionar en torno a las prácticas que promueven, la educación inclusiva es una necesidad cada día más evidente, por lo que es necesario que se provea a los futuros profesionales de las herramientas requeridas para poder trabajar atendiendo a la diversidad y a la discapacidad en los diferentes contextos.

5. CONCLUSIONES

La investigación realizada permitió detectar falencias curriculares y poner en valor la formación en inclusión.

Las respuestas obtenidas representan un muestreo a partir del cual se pretende impulsar acciones tendientes a colaborar con la educación inclusiva tanto en lo que se refiere a los docentes en ejercicio y como en formación.

La necesidad de inclusión es un tema recurrente en las aulas, tanto de nivel secundario como de nivel superior, por lo que debería alfabetizarse más en estos temas para poder brindar a todo el estudiantado una educación de calidad atendiendo a sus necesidades.

Trabajar la inclusión desde la planificación de clases en todos los profesorados permitirá también poder generar proyectos interdisciplinares inclusivos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional del Sur el financiamiento del Proyecto de Grupo de Investigación PGI-UNS: 24/Q124 en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 2 (2), 80-111. Disponible en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen02/REEC_2_2_1.pdf

Acevedo-Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, *1*(1), 3-16. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/920/92 010102.pdf

Alba Pastor, C. (2019). Diseño Universal para el Aprendizaje: un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación educativa*, *6*(9), 64-66. http://hdl.handle.net/11162/190783

Arnaiz Sánchez, P. (2004). *La educación inclusiva: dilemas y desafíos*. Revista Educación, Desarrollo y Diversidad, 7(2), 25-40.

Azorín Abellán, C. (2016). *Análisis de instrumentos sobre educación inclusiva*. Rev. complut. educ. 28(4). 1043-1060.

Asamblea General de las Naciones Unidas. (25 de septiembre de 2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Disponible en: https://unctad.org/system /files/official-document/ares70d1_es.pdf

Cinquegrani, M. (2021). "¿Dónde está lo que falta?" Representaciones y miradas acerca de la discapacidad en la escuela a partir de las narrativas de familias en lucha por el derecho a la educación inclusiva en la provincia de Buenos Aires (2006-2017). *Pasado Abierto, 7*(13). https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/pasadoabierto/article/view/4724/5303

Echeita Sarrionandia, G. (2017). Educación inclusiva. Sonrisas y Lágrimas. *Aula Abierta*. 46. 17-24.

Fernández Batanero, J. M. (2013). Competencias docentes y educación inclusiva. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15(2): 82-99.

Hernández, Sandra A. (2020). "Contextualización, interdisciplina y enfoque CTS: claves para la formación del profesorado en ciencias". En Anna R. Esteve y Marta Talavera (Eds.) y Amparo Vilches (coord.) *Libro de Actas VII SIACTS.* Veinte años de avances y nuevos desafíos en la Educación CTS para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Trabajos científicos del VII Seminario Iberoamericano CTS, pp. 287-289. Valencia, 19 a 21 de noviembre de 2020. ISBN: 978-84-09-19607-4.

Ley de Educación Superior Nº 25.573 (abril, 2002) Modificación de la Ley Nº 24.521/95. República Argentina. Disponible en: https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/70000-74999/73892/norma.htm

Ley Nacional de Educación N° 26.206 (diciembre, 2006). República Argentina. Disponible en: http://www.mcye.gov.ar/doc_pdf/ley de_educ_nac.pdf

Ley 26.378 (2008) *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y su protocolo facultativo, aprobados mediante resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas del 13 de diciembre de 2006.* Aprobación. El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina reunidos en Congreso sanc. 21/05/2008; promul. 06/06/2008; publ. 09/06/2008. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26378-141317/texto

Marcos-Merino, J. M., Gallego, R. E., & Ochoa de Alda, J. A. (2020). Valor subjetivo y emociones hacia el uso de Química en una práctica activa interdisciplinar. *Educación química*, *31*(4), 101-111. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.4.76221

Ministerio de Educación de la Nación (2019) *Educación inclusiva: fundamentos y prácticas para la inclusión*. 1ra ed. Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y tecnología. Libro digital https://drive.google.com/drive/folders/1ozaUJDwGMrHjLQQLEC9jh_iOB4qa8ejJ

Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS (2015). ONU, Nueva York. Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Parra Dusan, C. (2010) Educación inclusiva: Un modelo de educación para todos. *Rev. Isees.* 8, 73-84

Pérez-Robles, A., Delord, G., Pérez-Rodríguez, N., & Al-Lal, S. H. (2024). El profesorado universitario de disciplinas CTS: percepciones de los estudiantes sobre su mejora docente. *Práxis Educativa*, *19*. Disponible en: http://educa.fcc.org.br/pdf/praxeduc/v19/1809-4309-praxis-19-e22885.pdf

Ramos Feijoo C., Huete García, A. (2016) *La educación inclusiva, ¿un bien necesario o una asignatura pendiente?* La Educación Inclusiva en la Sociología: Retos, experiencias y reflexiones. 16.

RID-CIN (2021) *Red Interuniversitaria de Discapacidad-CIN. Universidades Públicas Argentinas y perspectiva de discapacidad.* CIDH OEA Argentina RID CIN. https://rid.cin.edu.ar

Podcast

García, M. (Anfitrión) (2022-presente). *Hablemos de educación inclusiva. Recorrido histórico, derechos y problematización.* [Podcast]. IVOOX. https://www.ivoox.com/recorrido-historico-derechos-problematizacion-audios-mp3_rf_99252306_1.html

Blog

García, M. (20 de octubre de 2022). Hablemos de educación inclusiva. *¿Qué son las "Buenas Prácticas"?* https://hablemosdeeduinclusiva.blogspot.com/

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1n5PekJHO4KznBz3Q25VfmDXG6iZbEM88/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 3: Accesibilidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química – B3.04

APRENDIZAJE NO FORMAL DE QUÍMICA: DIFERENTES ACTIVIDADES A PARTIR DE NARRACIONES

Dina Judith Carp

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
dinacarp@yahoo.com.ar

Marcela Andrea Rohr

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
marce_r77@yahoo.com

Daniel Alejandro García

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
garciadanielalejandro802@gmail.com

Victoria Kleinjan

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
kleinjanvictoria@gmail.com

Rocco Miodosky Carp

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
roccocarp174@gmail.com

Christian Bessoni

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Neuquén, Argentina.
christianbessoni2@gmail.com

Dafne Carp

Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina.
dafnecarp@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presentan una variedad de actividades que se usaron para acercar la química a diferentes grupos etarios y fomentar la alfabetización científica a partir de narraciones. Se describen variaciones sobre juegos tipo “escape room”, obras de títeres y cuentos con experimentos, adaptados a diferentes contextos. Se diseñaron con el objetivo de estimular el interés, despertar la curiosidad y motivar el acercamiento a conocimientos relacionados con la química y la incorporación de nuevos conceptos científicos, a través del juego, en personas de distintas edades, generando espacios de inclusión en ámbitos recreativos. El aprendizaje no formal en diferentes ámbitos resultó muy motivador y estimulante para incentivar la búsqueda y profundización de conocimientos. Los aprendizajes formales en contextos escolares, pueden acompañarse por procesos de aprendizaje no formales. La versatilidad de las propuestas, adaptándolas a diferentes grupos, es muy amplia, y permite la interacción con diferentes disciplinas, generando herramientas que permiten el trabajo conjunto de docentes de diferentes materias, como se proponen en muchos de los nuevos planes de estudio en las escuelas de nivel medio.

Palabras clave: *aprendizaje no formal; escape room; títeres; reacciones químicas; tabla periódica*

ISBN 978-987-47159-9-9

1. INTRODUCCIÓN

¿Cuándo aprendemos? ¿Dónde aprendemos? Las personas aprendemos durante el transcurso de toda la vida y en ámbitos que son múltiples y variados. Es necesario entender los aprendizajes como prácticas integrales y holísticas (Foreto, 2020). Mientras que los aprendizajes formales se dan en ámbitos escolarizados, los aprendizajes no formales se generan en entornos muy diversos.

En el ámbito de la química, podemos encontrar diversas experiencias de educación no formal. En el proyecto "Quimicuentos" a partir de la lectura de cuentos, la discusión de diversas problemáticas planteadas y la realización de experiencias prácticas sencillas, los niños "se acercan al conocimiento científico y pueden interpretar la ciencia como una actividad humana, de construcción colectiva, que forma parte de la cultura y está asociada a ideas, lenguajes y tecnologías específicas" (Hernández et al., 2012; Hernández et al., 2019). En el Proyecto de Difusión de la Ciencia en la Escuela (Rocha y Bertelle, 2005) describen distintas actividades implementadas como una forma de acercar a los niños y jóvenes a la Ciencia (talleres, material de difusión, espectáculos unipersonales, obras de teatro, obras de títeres, campamentos científicos), pensadas de manera tal que resulten motivadoras, interesantes, relacionadas con la realidad. En la Universidad de Valencia, desde el año 2008, se realizan obras de teatro, utilizadas como un instrumento para profundizar en el aprendizaje de la química, se han desarrollado en el marco del proyecto «El teatro es pura química; la química es puro teatro» (Pou Amérigo, 2022). Entre otras experiencias de aprendizaje no formal de la química encontramos proyectos con experimentos en entornos tecnológicos (Sosa, 2009) y concursos de cristalografía.

La educación no formal brinda recursos didácticos diferentes, que pueden generan ámbitos más distendidos, fomentando interés y motivación, incluyendo a personas que en situaciones formales pueden presentar más dificultades de vinculación, y puede facilitar el acercamiento a contenidos disciplinares.

2. OBJETIVOS

Estimular el interés, despertar la curiosidad y motivar el acercamiento a conocimientos relacionados con la química y la incorporación de nuevos conceptos científicos, a través del juego, en personas de cualquier edad.

Incentivar el aprendizaje de química de personas de distintos grupos etarios, generando espacios de inclusión en ámbitos recreativos.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Los contextos donde es posible realizar actividades no formales a través de las cuáles pueden transmitirse conocimientos de química, son muy variados en diversos aspectos: edades, espacios de sociabilización, lugares físicos, vinculación entre los sujetos participantes, etc. Usando como base narraciones, se diseñaron diferentes actividades recreativas (FIGURA 1).

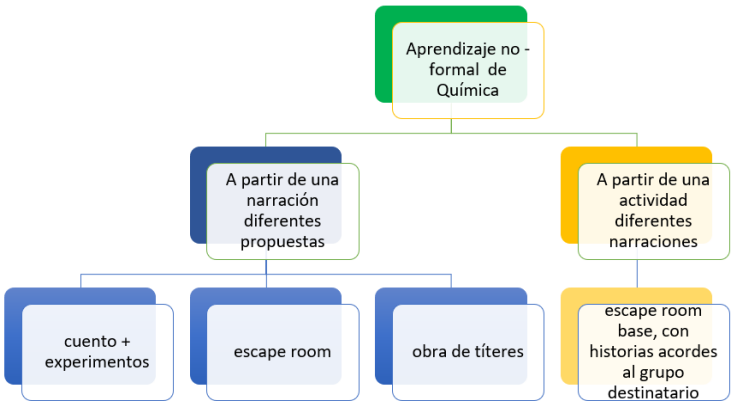


FIGURA 1. *Diferentes propuestas de actividades recreativas para aprendizaje no-formal*

ISBN 978-987-47159-9-9

4. RESULTADOS

Para diseñar una actividad lúdica para el aprendizaje no formal de química, se consideraron varios aspectos: grupo destinatario (edades, lugar de desarrollo de la actividad, relación entre los individuos), conceptos químicos seleccionados para transmitir, espacio donde se desarrollaría la actividad, normas de seguridad, etc. A partir de las actividades propuestas, también pueden interrelacionares contenidos de otras disciplinas. En la FIGURA 2 se muestran los diversos aspectos que se abordaron.

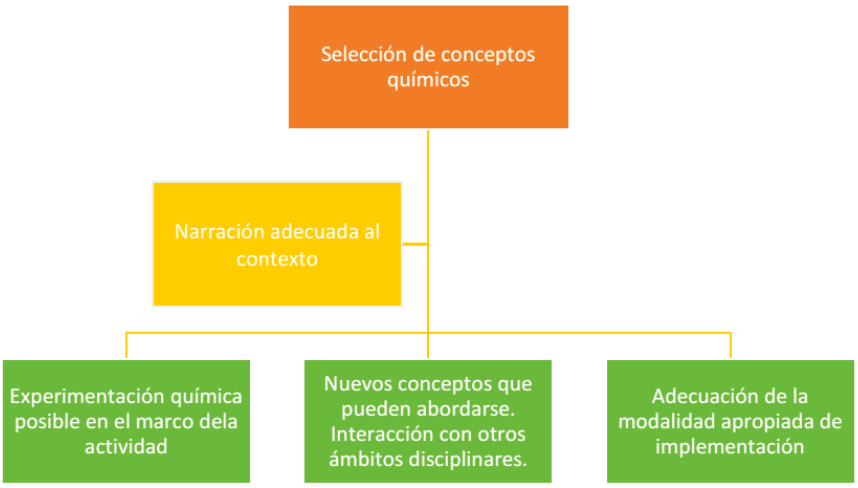


FIGURA 2. *Esquema general de trabajo usado para el diseño de una actividad de aprendizaje no formal de química*

A partir del cuento “Las herraduras de plata”, se diseñaron actividades diferentes para chicos de edad escolar primaria, en las cuales se incluyeron diferentes temas disciplinares según la propuesta realizada (FIGURA 2). La historia narra la dificultad de un rey para distinguir herraduras para caballos de diferentes materiales (hierro o plata), situación que se resuelve con una reacción de óxido – reducción con sulfato cúprico. La lectura del cuento se realizó para los más pequeños, en un ámbito escolarizado, con imágenes alusivas a los personajes, y luego los chicos realizaron experimentos con los reactivos para revelar el “misterio” resuelto en el cuento. Para niños en un ámbito escolar, pero de 5to, 6to y 7mo grado se diseñó un escape room, incorporando desafíos que abordaban más conceptos disciplinares. La obra de títeres se realizó en el marco del 1er Festival Federal de Ciencias (FIGURA 3), convocando a niños de diferentes edades y adultos. La dinámica de la obra de títeres, permitió en la interacción del público con los personajes, la interrelación incluso con otras disciplinas (por ejemplo, ¿Qué significa el nombre Argentina?). Incorporando la posibilidad de interacción con otras disciplinas, se están actualmente diseñando adaptaciones para los primeros años de la escuela media, vinculando con contenidos de otras asignaturas como historia y geografía.

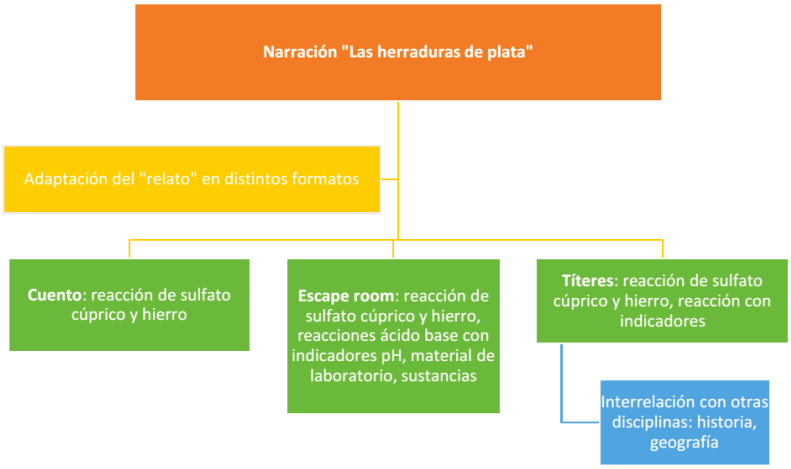


FIGURA 3. *Temas disciplinares incorporados en las diferentes propuestas*

ISBN 978-987-47159-9-9



FIGURA 4. *Obra de títeres "Las herraduras de plata"*

A partir de un diseño de escape room con diferentes actividades, se escribieron relatos destinados a grupos de diferentes edades y contextos diversos (FIGURA 4). Para la adaptación de la actividad a escuelas de nivel secundario, los relatos en este caso involucran temas de otras asignaturas, como biología e historia (FIGURA 5).

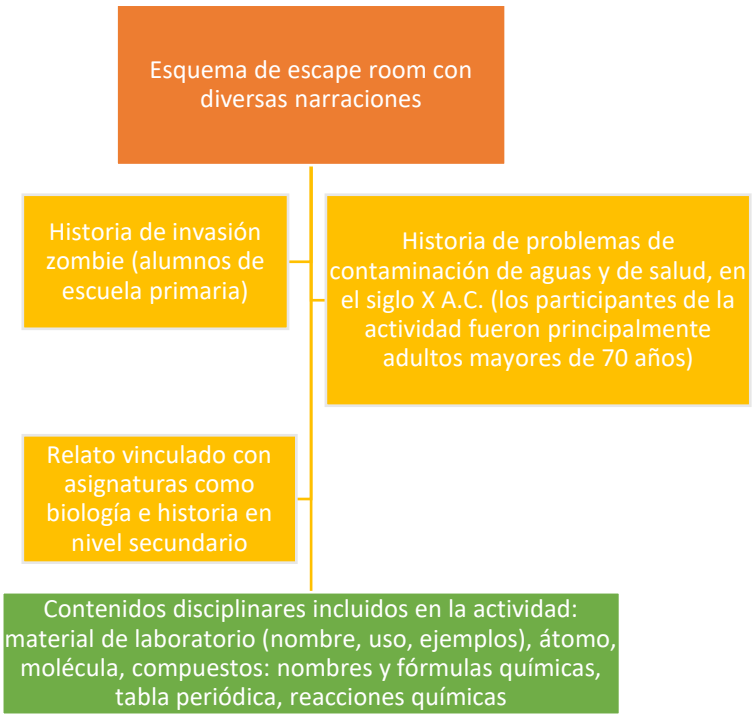


FIGURA 5. *Diferentes propuestas para una misma actividad*

Descripción del escape room de forma genérica, donde un relato sumerge a los participantes en una historia que los guía, a través de diferentes actividades, para resolver una situación ficticia. Se detallan las actividades:

i) Revelado de información con fenoftaleína – NaOH: se le entregó a cada participante una "tarjeta en blanco" identificada con un punto de color (rojo, verde, naranja o azul), dividiéndolos en 4 grupos al azar. Las "tarjetas" (papel de filtro embebido en fenoftaleína), se revelaron con NaOH diluido, apareciendo en cada una, una letra que permitió formar una palabra (nombre de un animal, objeto o concepto diferente para cada grupo). Con la palabra formada tenían que buscar una bolsa de papel madera con un dibujo acorde a la palabra, dentro de la cual había una lista con 4 objetos de uso en el laboratorio.

ii) Identificación de material de laboratorio y sus usos: para poder realizar la actividad, uno de los personajes del relato les mostraba y conversaba con ellos sobre el trabajo en el laboratorio y el uso de los

ISBN 978-987-47159-9-9

diferentes objetos, recuperando información sobre saberes previos, y a partir de ellos, incorporando nuevos. En una grilla tenían que identificar las casillas correspondientes al nombre de los objetos de la lista, sus dibujos y sus funciones. Al marcar todo, se formaba un dibujo en la grilla, entre casilleros pintados y sin pintar.

iii) Realización de reacciones químicas sencillas: posteriormente, tenían que buscar un cartón cuyo diseño de grilla coincidiera con la de ellos. En el dorso de los cartones con las figuras de dibujos de grillas encontraban un texto, con las indicaciones para la siguiente actividad: se entregó a cada grupo una gradilla con tubos de ensayo y cuatro goteros, los cuales debían combinar de a 2 hasta encontrar un par que al mezclar diera un precipitado amarillo o desprendiera burbujas. Los goteros estaban identificados con un color, rotulados con el nombre y la fórmula química. Cuando encontraban la combinación que cumplía con la consigna, anotaban los colores que identificaban a los goteros. Todos los grupos tenían los mismos reactivos: $PbNO_3$, KI, $NaHCO_3$ y "pseudo HCl" (rotulado HCl, pero conteniendo vinagre).

iv) Uso de la Tabla Periódica: luego de identificar los goteros con los reactivos adecuados para cumplir la consigna, un personaje del relato conversaba sobre los nombres, las fórmulas, los conceptos de átomos, elementos, moléculas (se ejemplificó con el H_2O y otras sustancias usando un juego de modelos moleculares) y se les mostró la tabla periódica. Se explicó el uso de símbolos que identifican a los elementos y se les pidió que ubicaran en una tabla vacía los elementos correspondientes a los reactivos que les permitieron lograr la reacción deseada. Con la tabla donde habían ubicado los elementos identificados, buscaban un sobre de papel de diario que tenía una tabla con los mismos elementos marcados. Dentro del sobre había una letra tipo "letras en la tabla periódica" y parte de una frase. Con las letras y las palabras de todos los grupos se formaba un mensaje y la palabra "GeNiOS".

Las expresiones de los chicos durante el transcurso de las actividades, el entusiasmo, el posterior acercamiento con inquietudes, preguntas y curiosidad y el agradecimiento al concluir las mismas fueron muy gratificantes: *"estuvo muy divertido y entretenido", "no conocía nada, todo me resultó novedoso, me pareció interesante mezclar cosas", "a mí me gustaría aprender más sobre los experimentos".*

En encuestas realizadas a las docentes de las escuelas primarias, valoraron que la actividad permitió despertar la curiosidad de los chicos, aumentar la motivación y estimular el interés por las ciencias, a través del juego. Transmitieron el entusiasmo de los chicos por las actividades vivenciadas, algunos comentarios a modo de ejemplo: *"Fue un buen disparador para la curiosidad de los y las estudiantes", "Les dió curiosidad y querían hacer experimentos y ver química", "Demandan propuestas para realizar en el laboratorio".*

Los adultos mayores disfrutaron del espacio lúdico, reconociéndolo como un espacio de aprendizaje *"volví a sentirme como hace 60 años", "es interesante porque uno se entretiene y aprende de cosas que no conoce".*

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron una variedad de actividades que se usaron para acercar exitosamente la química a diferentes grupos etarios y fomentar la alfabetización científica en diferentes contextos. El aprendizaje no formal en diferentes ámbitos resultó muy motivador y estimulante para incentivar la búsqueda y profundización de conocimientos. Los aprendizajes formales en contextos escolares, pueden acompañarse por procesos de aprendizaje no formales. La versatilidad de las propuestas, adaptándolas a diferentes grupos, es muy amplia, y permite la interacción con diferentes disciplinas, generando herramientas que permiten el trabajo conjunto de docentes de diferentes materias, como se proponen en muchos de los nuevos planes de estudio en las escuelas de nivel medio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Foresto E. (2020). Aprendizajes formales, no formales e informales. Una revisión teórica holistica Contextos de Educación 29 (21) Recuperado de: http://www2.hum.unrc.edu.ar/ojs/index.php/contextos/article/view/1142/1235

Hernández, S. A., Borel, M. C. & Sanna, A. E. (2012). Quimicuentos. Narración de la química cotidiana para alumnos de escuelas primarias. En: III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. La Plata, setiembre 2012. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3682/ev.3682.pdf

Hernández, S. A., Kraser, R. B., & Pelaez, M. P. (2019). *Química, vida cotidiana y salud en contextos no formales*. V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales; Ensenada, Argentina, ISSN 2250-8473 https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/MemAca_ba897f210ced2c42ce4b5065dabdda85

Pou Amérigo, R. (2022) *EL TEATRO ES PURA QUÍMICA, LA QUÍMICA ES PURO TEATRO, El Cómic*; Editorial Psylicom, España, ISBN: 978-84-09-42877-9 ; Páginas: 164.

Rocha, A. y Bertelle, A. (2005) Educación no formal para el aprendizaje de las ciencias. La experiencia en el marco del Proyecto Difusión de la Ciencia en la Escuela https://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/adiv/article/view/3407/2119

Sosa Reyes, A. (2009). Experimenta-química. un ejemplo de aprendizaje no formal en entornos tecnológicos. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp.2861-2865 http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2861-2865.pdf

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1OOaTCpEVFPA1SwuZCRI_-yDy6C-xA1pw/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 3: Accesibilidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química – B3.05

ACCESIBILIDAD E INCLUSIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: EL PROGRAMA "PRIMERO ABC" COMO HERRAMIENTA PARA FOMENTAR LA COMPRENSIÓN CIENTÍFICA

Juliana Bambozzi

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
julianabambozzi@gmail.com

Resumen

Este trabajo examina el impacto del programa "Primero ABC" de la Asociación Civil Hacemos Argentina, que busca mejorar la alfabetización de niños y adolescentes en contextos de bajos ingresos. A través de una metodología adaptativa que combina la enseñanza de la lectura y la escritura con conceptos científicos, en consonancia con los lineamientos del Plan Nacional de Alfabetización promovido por el Ministerio de Capital Humano, el programa “Primero ABC” se convierte en una plataforma para fomentar el aprendizaje de la química. Se enfatiza la importancia de la educación inclusiva, garantizada por normativas nacionales, y se destaca cómo el programa se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, especialmente el ODS 4, que promueve una educación equitativa y de calidad. A través de experiencias prácticas, como reacciones químicas sencillas, los estudiantes desarrollan habilidades fundamentales y un interés por la ciencia. El trabajo también aborda los desafíos enfrentados y los logros obtenidos, resaltando la efectividad de las estrategias de enseñanza empleadas. En conclusión, "Primero ABC" no solo aborda la alfabetización, sino que también permite introducir a los estudiantes en el mundo de la ciencia, fomentando un aprendizaje integral que empodera a las comunidades.

Palabras claves: *alfabetización, inclusión, educación Química, metodologías activas, Agenda 2030, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).*

1. INTRODUCCIÓN

La alfabetización, como herramienta clave para acceder al conocimiento, es también crucial para establecer comunicaciones efectivas entre pares. En contextos de bajos ingresos, muchos estudiantes enfrentan barreras educativas que dificultan la adquisición de estas habilidades fundamentales, afectando su desarrollo académico y su inclusión social. La “Asociación Civil Hacemos Argentina” (de ahora en más “Hacemos”), a través de su programa "Primero ABC", brinda apoyo en la enseñanza de la lectura, escritura y el desarrollo de habilidades orales, proporcionando una base sólida para el aprendizaje y el crecimiento futuro de niños y adolescentes.

Este trabajo propone que el programa "Primero ABC", aunque enfocado inicialmente en la alfabetización, puede servir como una plataforma para la enseñanza de las ciencias, particularmente la química. A través de metodologías pedagógicas adaptadas que combinan la oralidad y la experimentación práctica, los estudiantes con dificultades en lectoescritura pueden acercarse a conceptos científicos complejos de manera accesible. Este enfoque no solo favorece el desarrollo de competencias básicas, sino que también abre nuevas oportunidades para el aprendizaje de la química, facilitando la comprensión de temas que usualmente requieren el análisis de textos y fórmulas escritas.

En el marco de la educación inclusiva, es fundamental entender que las dificultades en la lectoescritura, aunque no se consideren legalmente discapacidades, pueden generar exclusión social y educativa. Estas barreras limitan el acceso a oportunidades esenciales como la educación, el trabajo y la participación plena en la sociedad. Al abordar la exclusión desde esta perspectiva, el concepto de inclusión adquiere mayor relevancia, ya que implica garantizar que todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades en la lectoescritura, puedan acceder a una educación de calidad que les permita desarrollarse plenamente.

ISBN 978-987-47159-9-9

1.1. La asociación civil hacemos argentina y su programa "primero abc" de alfabetización

La "Asociación Civil Hacemos" es una organización fundada en Paraná, Entre Ríos, con el objetivo de transformar, a través de iniciativas concretas, la vida de los niños y las comunidades. Esta asociación, está compuesta por voluntarios de diversas provincias tales como Santa Cruz, Misiones, Córdoba, y Buenos Aires, donde se han establecido, a la fecha, 48 puntos de apoyo. De este modo, Hacemos busca identificar y abordar dificultades dentro del campo de la educación, especialmente en poblaciones vulnerables. Un ejemplo de este trabajo es su programa "Primero ABC", que actualmente trabaja con 774 niños y adolescentes buscando generar mejoras significativas en habilidades de lectoescritura en diferentes puntos del país.

El programa "Primero ABC" puntualmente, está diseñado para enseñar a niños y adolescentes a leer, escribir y desarrollar habilidades de comprensión lectora en un período de seis meses. Este programa emplea una metodología que incluye el apoyo en lectura, escritura y habilidades de comunicación oral, adaptada a las necesidades de cada niño mediante evaluaciones diagnósticas. La actividad se lleva a cabo en centros de apoyo, y el programa está concebido tanto para espacios educativos formales como informales, lo que le permite ampliar su alcance y ofrecer oportunidades educativas a niños fuera del horario escolar. Los voluntarios que participan como alfabetizadores son capacitados para brindar un seguimiento personalizado a cada niño, asegurando su progreso en un entorno de aprendizaje positivo y colaborativo.

1.2. Normativas, inclusión y alfabetización: hacia una educación sostenible y científica en el marco de la Agenda 2030

La educación inclusiva es un pilar fundamental de las políticas educativas en Argentina, garantizada por el Plan Nacional de Alfabetización de la Secretaría de Educación del Ministerio de Capital Humano (2024) en conjunto con las normativas nacionales, como la Ley Nacional de educación N° 26.206 (2006) que *"establece el derecho a una educación integral para todos los estudiantes, sin discriminación".* La alfabetización es un componente esencial de esta inclusión, y se reconoce su importancia en la Resolución del Consejo Federal de Educación CFE N° 311/16, que *"promueve el Plan Nacional de Alfabetización como una herramienta para combatir las desigualdades educativas".* Este marco legal respalda la implementación de programas como "Primero ABC", que se alinea con estos principios al ofrecer a los niños de familias de bajos ingresos la oportunidad de desarrollar habilidades fundamentales para su futuro educativo.

Según la UNESCO (2020), la educación inclusiva *"se basa en la idea de que todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o características, deben tener acceso a una educación de calidad que los apoye en su pleno desarrollo"*. Este principio subraya la importancia de proporcionar medios accesibles que superen las barreras que enfrentan aquellos con dificultades en la lectoescritura. En consonancia con esto, el programa "Primero ABC" promueve el desarrollo de habilidades orales y sociales a través de metodologías participativas, facilitando el acceso al conocimiento científico. De este modo, el programa cumple un rol clave en la lucha contra la exclusión educativa, respondiendo a las demandas de la diversidad estudiantil.

Asimismo, "Primero ABC" se enmarca en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030, particularmente en el ODS 4, que busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad. Al mejorar la alfabetización de los niños y vincularla con el aprendizaje de la ciencia, como en el caso de la enseñanza de la química, se fomenta un enfoque educativo que promueve la igualdad de oportunidades y el desarrollo sostenible. Este enfoque refuerza la idea de que la educación es un motor clave para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y generar un cambio duradero en las comunidades más vulnerables.

2. DESAFÍOS Y ÉXITOS EN ALFABETIZACIÓN: EL CASO DE BAHÍA BLANCA

Desde comienzos del mes de agosto, se han llevado a cabo sesiones educativas dos veces por semana, de dos horas cada una, en la Sociedad de Fomento del barrio Sesquicentenario, ubicado en la zona norte de Bahía Blanca. Este espacio comunitario ha sido un punto de encuentro para niños, principalmente del barrio Latino y de zonas aledañas. Actualmente, un promedio de 10 niños asiste regularmente a cada encuentro, mostrando constancia y esfuerzo en la construcción de sus aprendizajes. Gracias a la guía de las voluntarias, los resultados obtenidos en poco tiempo han sido muy alentadores. Es importante destacar que la mayoría de los

ISBN 978-987-47159-9-9

niños que participan asisten a la Escuela Primaria N° 48, mientras que un menor número proviene de la Primaria N° 25.

El barrio donde se desarrolla la actividad, aunque no presenta características evidentes de vulnerabilidad, alberga a muchos vecinos de barrios contiguos que enfrentan mayores dificultades económicas, sociales y culturales. Este contexto convierte a la Sociedad de Fomento en un espacio clave para promover el aprendizaje y el desarrollo de los niños, quienes se ven beneficiados no solo en lo académico, sino también en lo social y comunitario.

Las voluntarias que lideran estas sesiones recibieron una capacitación intensiva de un mes, realizada en conjunto con otros voluntarios de distintas partes del país. Durante la formación, se abordaron las principales cuestiones necesarias para enfrentar este nuevo desafío educativo, poniendo especial énfasis en que el verdadero aprendizaje se daría en el lugar de encuentro con los niños, a medida que se desarrolla la interacción directa con ellos.

Al inicio del programa, cabe destacar que se llevó a cabo una evaluación diagnóstica que permitió conocer la realidad educativa de los niños que asisten. Esta evaluación reveló el nivel de alfabetización de cada uno y, a partir de estos resultados, se les asignaron libros con actividades personalizadas. Estos materiales están diseñados específicamente para atender las necesidades y los desafíos académicos que los chicos pueden enfrentar, adaptándose a sus niveles de aprendizaje. Cabe destacar que los libros fueron creados por especialistas en educación y alfabetización, desarrollados exclusivamente para el programa "Primero ABC" de la Asociación Civil Hacemos, asegurando un enfoque adecuado y efectivo para cada niño.

Después de dos meses de trabajo, los niños han mostrado avances notables en su proceso de alfabetización. Estas mejoras han sido evidenciadas no solo por los propios niños, sino también por los testimonios de sus familias y las maestras de las escuelas a las que asisten, quienes han destacado el progreso en la lectura, la escritura y la comprensión lectora. Este impacto positivo resalta la efectividad del programa "Primero ABC" y la dedicación tanto de los voluntarios como de los niños en su camino hacia una mejor educación. Además, se ha comenzado a incorporar conceptos de ciencia, como la identificación de reacciones químicas, la identificación de gases y el proceso de fotosíntesis. Estos temas se han desarrollado en función de las estrategias que se mencionarán a continuación, promoviendo el aprendizaje de conceptos científicos a partir de un programa de alfabetización y haciendo que la educación sea más integral.

3. PROPUESTAS Y ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN NIÑOS CON DIFICULTADES DE ALFABETIZACIÓN

Para facilitar la enseñanza de las ciencias, y en particular de la química, en niños con dificultades de alfabetización, es fundamental implementar propuestas y estrategias que se alineen con sus necesidades educativas. Las metodologías activas se presentan como una herramienta clave en este proceso, ya que fomentan la participación activa de los estudiantes, promueven el aprendizaje significativo y facilitan la comprensión de conceptos complejos de manera lúdica y accesible. Algunas de las metodologías que se pueden aplicar incluyen el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje a través del juego.

El aprendizaje basado en problemas permite a los niños investigar y experimentar con conceptos químicos en un contexto práctico y relevante, como la identificación de reacciones químicas a partir de experimentos sencillos. Por su parte, el aprendizaje cooperativo fomenta la interacción y el trabajo en equipo, ayudando a los niños a construir conocimientos de manera conjunta. Finalmente, el aprendizaje a través del juego no solo hace que el proceso educativo sea más atractivo, sino que también ofrece un espacio seguro donde los estudiantes pueden explorar, equivocarse y aprender sin temor. Estas metodologías son especialmente importantes para los niños con dificultades de alfabetización, ya que les permiten interactuar con el contenido de manera más directa y significativa, reduciendo la ansiedad asociada a la lectura y escritura.

El enfoque adoptado para este trabajo es el de CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente), que reconoce la interrelación entre estos elementos y su impacto en la vida cotidiana. Este enfoque es crucial porque permite a los estudiantes comprender la ciencia no como un conjunto de conceptos abstractos, sino como una

ISBN 978-987-47159-9-9

herramienta que puede ser utilizada para abordar problemas reales y mejorar su entorno. Al integrar la química con temas sociales y ambientales, se promueve un aprendizaje más contextualizado, donde los niños pueden ver la relevancia de lo que están aprendiendo en su vida diaria. De esta manera, se busca no solo mejorar su alfabetización, sino también desarrollar su pensamiento crítico y su capacidad para tomar decisiones informadas en un mundo cada vez más complejo.

3.1. Ejemplo de estrategias de enseñanza para la incorporación de conceptos científicos

En el marco del programa de alfabetización, se incorporaron conceptos científicos fundamentales, como la identificación de reacciones químicas, la distinción entre mezclas homogéneas y heterogéneas, y el proceso de fotosíntesis. Durante una actividad en la que los estudiantes mezclaron bicarbonato de sodio con vinagre, observaron con asombro la efervescencia resultante. Este experimento no solo les permitió experimentar una reacción química de manera práctica, sino que también los impulsó a documentar sus hallazgos a través de dibujos y descripciones. Los resultados observados fueron favorables y estimulantes, ya que motivaron a los niños a continuar aprendiendo y a superar sus dificultades vinculadas a la alfabetización.

Asimismo, en la distinción entre mezclas homogéneas y heterogéneas, los estudiantes prepararon una solución de azúcar en agua, lo que les ayudó a identificar una mezcla homogénea al observar cómo el azúcar se disolvía completamente. Posteriormente, elaboraron una ensalada de frutas que ilustraba claramente el concepto de mezclas heterogéneas, conservando cada fruta su forma y características individuales. A través de estas actividades, los estudiantes pudieron clasificar y discutir sus observaciones, lo que reforzó su comprensión de los fenómenos que los rodean. Estos resultados positivos no solo fortalecieron su alfabetización, sino que también les brindaron una base sólida para entender mejor los procesos y sucesos del mundo natural.

4. CONCLUSIONES

El programa "Primero ABC" de la Asociación Civil Hacemos Argentina se presenta como una herramienta esencial no solo para abordar las dificultades en la alfabetización, sino también para introducir conceptos científicos de manera accesible y significativa. A través de metodologías activas y participativas, los estudiantes han mostrado avances notables en sus habilidades de lectura y escritura, lo que ha permitido una mejor comprensión de fenómenos químicos. Las actividades prácticas, como la mezcla de bicarbonato de sodio y vinagre, no solo han estimulado el interés por la ciencia, sino que también han facilitado la expresión creativa y la comunicación entre pares, contribuyendo así a un aprendizaje integral.

Además, la integración de conceptos científicos en el programa fomenta el desarrollo de competencias críticas y el pensamiento analítico, herramientas fundamentales para la vida cotidiana y el futuro académico de los niños. Al abordar la educación desde una perspectiva inclusiva y adaptativa, se garantiza que todos los estudiantes, independientemente de sus desafíos en la lectoescritura, tengan la oportunidad de explorar el mundo de la ciencia. Este enfoque refuerza la importancia de la alfabetización como un medio para empoderar a las comunidades, brindando a los jóvenes las habilidades necesarias para comprender y participar activamente en su entorno, promoviendo un futuro más equitativo y sostenible.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la “Asociación Civil Hacemos Argentina” a través de su presidente Lic. María Eugenia Vidal, a la “Fundación Potenciar Argentina” a través de su presidente Lic. Florencia Casabella.

A la Universidad Nacional del Sur y a todos los que hicieron posible este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Civil Hacemos Argentina. (s.f.). *Hacemos Argentina: Inclusión educativa y social*. Recuperado de https://www.hacemosargentina.com/

ISBN 978-987-47159-9-9

Boletín Oficial de la República Argentina. (2024, octubre 2). *Resolución del Ministerio de Capital Humano N° 314999.* Recuperado de https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/314999/20241002

Consejo Federal de Educación. (2016). *Resolución CFE N° 311/16. Ministerio de Educación de la Nación.* Recuperado de http://www.argentina.gob.ar/educacion

Ley de Educación Nacional N.º 26.206. (2006). *Ley de Educación Nacional*. Argentina: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.* Recuperado de https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=S

UNESCO. (2020). *Educación inclusiva y equitativa: Marco para el desarrollo sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1bRnFe6KmQBBvu3gVpZm9SDv17uCXAgcE/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 3: Accesibilidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química – B3.06

Video testimonial

ACCESIBILIDAD E INCLUSIÓN EN LAS CLASES DE QUÍMICA EN CONTEXTO DE DISCAPACIDAD VISUAL.

Néstor Sebastián Dop

Licenciado en Ciencias Biológicas, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

sebastiandop@gmail.com

Resumen

En este video testimonial, Sebastián relata su experiencia como estudiante de Química en el nivel superior, abordando los desafíos y aprendizajes vinculados a la accesibilidad. Fue el primer estudiante con discapacidad visual en cursar una carrera de Ciencias Naturales en la Universidad Nacional del Sur, marcando un precedente significativo en la inclusión educativa. Destaca la creatividad como un eje esencial para garantizar la accesibilidad en el ámbito académico. Señala, además, que el acceso a la bibliografía continúa siendo una problemática que requiere atención y mejora. Sebastián subraya la importancia de construir entornos de aprendizaje flexibles, inclusivos y adaptables, que reconozcan y respeten la diversidad de estilos, habilidades y necesidades de cada estudiante, en línea con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Licenciado en Biología, actualmente cursa el Profesorado y el Doctorado en Biología. Es becario del CONICET, y su trayectoria académica refleja un compromiso profundo con la ciencia, la educación y la equidad.

Palabras clave: *inclusión educativa; accesibilidad; creatividad; respetar la diversidad; Diseño Universal para el Aprendizaje.*

Video **Enlace al video explicativo del trabajo presentado**
https://drive.google.com/file/d/1HpqrTborWFpieQmPgbmDJFtqrTAxP1Iw/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 3: Accesibilidad y educación inclusiva en la enseñanza de la Química – B3.07

Video testimonial

ACCESIBILIDAD E INCLUSIÓN EN LAS CLASES DE QUÍMICA. PRIMEROS PASOS DE UN ESTUDIANTE CON NEURODIVERSIDAD AUTISTA

Lautaro Köhler

Estudiante ingresante en 2024, Departamento de Agronomía , Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Resumen

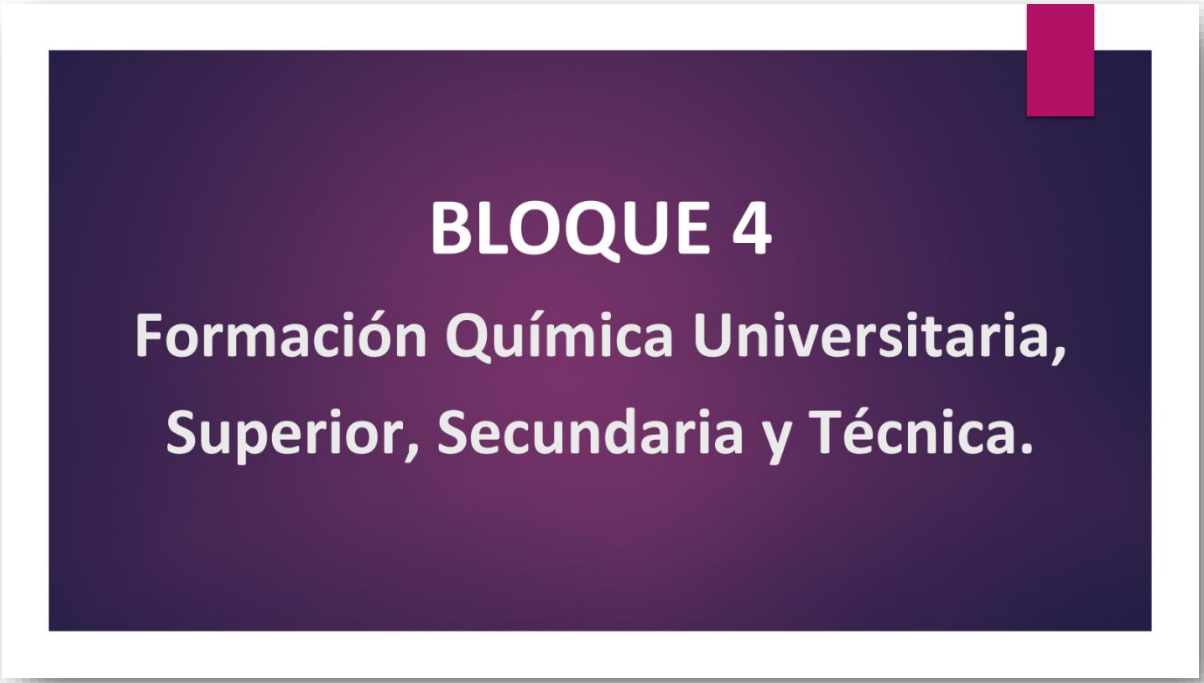
En este video testimonial, Lautaro comparte sus primeros pasos como estudiante de Ingeniería Agronómica en la Universidad Nacional del Sur, transitando su formación académica desde la vivencia de una neurodiversidad del espectro autista. Subraya la importancia de comprender los modos y ritmos de apropiación del conocimiento propios de las personas neurodiversas, destacando que esta comprensión es clave para una inclusión educativa genuina. Si bien reconoce la buena predisposición del cuerpo docente, expresa su frustración al tener que explicar reiteradamente su condición a cada profesor/a, con el fin de que se contemple su necesidad de contar con más tiempo para rendir los exámenes. También señala las dificultades que enfrenta para sostener el ritmo de las clases teóricas, lo que lo obliga a "reconstruir las clases en soledad" a partir de la bibliografía sugerida. Reconoce la buena voluntad del profesorado, pero advierte una falta de formación específica para garantizar una inclusión efectiva. Lautaro invita a reflexionar y concientizar sobre la neurodiversidad en el ámbito universitario, con el deseo de que otros estudiantes que atraviesen situaciones similares puedan recibir la atención y el acompañamiento que necesitan.

Palabras clave: *inclusión educativa; accesibilidad; neurodiversidad; espectro autista; Diseño Universal para el Aprendizaje.*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/18DYp00he3o8b6mNhMQjgitYvpPU3VtDA/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9



ISBN 978-987-47159-9-9

INDICE DE TRABAJOS PRESENTADOS EN LA MESA DE DIALOGO DEL BLOQUE 4

• Formación Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica

Código	Título y autores/as	Página
B4.01	**UNA ASIGNATURA PARA LA FORMACIÓN EN COMPETENCIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN EN MÁSTERES DE CIENCIAS Y DE INGENIERÍAS: ESTRUCTURA Y RESULTADOS** Gabriel Pinto Cañón, Victoria Alcázar Montero	
	Trabajo completo	439
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	445
B4.02	**PRÁCTICAS DE CAMPO Y ABORDAJE DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES LOCALES COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA INTEGRADORA EN LA FORMACIÓN SUPERIOR EN QUÍMICA** Amalia Lara Bursztyn Fuentes, Soledad Lorena Diodato, Tomás Emilio Busan	
	Trabajo completo	446
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	450
B4.03	**TRABAJANDO LOS MODELOS MENTALES DEL ESTUDIANTADO EN UNA CLASE DE ESTEQUIOMETRÍA GRACIAS A LAS ESPIRALES DE GENERACIÓN, EVALUACIÓN Y MODIFICACIÓN** Romina Riva-Riquelme, María Cecilia Núñez-Oviedo, Patricio Flores-Morales	
	Resumen	451
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	451
B4.04	**LABORATORIOS UNIVERSITARIOS COMO HERRAMIENTA PARA FOMENTAR LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN ESTUDIANTES 3° AÑO DE SECUNDARIA EN LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO** Ana Sofia Villarreal, Silvia Corbalan	
	Resumen	452
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	452
B4.05	**LA ESCRITURA REFLEXIVA COMO HERRAMIENTA FORMATIVA: TRANSICIONES ENTRE MODALIDADES DE REFLEXIÓN EN LA RESIDENCIA DOCENTE DE QUÍMICA** Trinidad Rayen Scaine, Guillermo Eduardo Cutrera	
	Trabajo completo	453
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	458

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B4.06	**CÓMO DETERMINAR LOS DATOS DE EQUILIBRIO EN FORMA GRÁFICA** Pedro Agustín Flores, M. Rosario Soriano	
	Trabajo completo	459
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	465
B4.07	**SABERES COTIDIANOS EN UN PROYECTO DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA EN UNA ESCUELA RURAL DE MALARGÜE: FORTALECIMIENTO DE VÍNCULOS EDUCATIVOS** Iris Dias, Rodrigo Sánchez, Miriam Fraile	
	Trabajo completo	466
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	470
B4.08	**USO DE SIMULACROS EN LA FORMACIÓN DOCENTE UNIVERSITARIA** Virginia Vanasco, Juana Mosse, Silvia Álvarez, Mónica Galleano, Elizabeth Robello	
	Trabajo completo	471
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	477
B4.09	**ESCRITURA REFLEXIVA Y DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE: ANÁLISIS DIACRÓNICO DE LOS DIARIOS DE CLASE DE UNA FUTURA PROFESORA EN QUÍMICA** Tatiana Hilen Pujol-Cols, Guillermo Eduardo Cutrera, María Basilisa García	
	Trabajo completo	478
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	484
B4.10	**UNA ALTERNATIVA INNOVADORA PARA EXPLICAR LOS COLORES EN CLASES EN QUÍMICA INORGÁNICA (COMPLEJOS DE METALES DE TRANSICIÓN)** Jorge Alberto Güida	
	Trabajo completo	485
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	490
B4.11	**HERRAMIENTAS BÁSICAS DE QUÍMICA: EXPERIENCIAS EN EL CAMBIO CURRICULAR Y LOS NUEVOS DESAFÍOS EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA UNIVERSITARIA** María Belén Pérez Adassus, Leandro Federico Fortunato, Alejandra Silvina Diez	
	Trabajo completo	491
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	497

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B4.12	**REPRESENTACIONES SOCIALES SOBRE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO DE ESTUDIANTES DE UNA ESCUELA TÉCNICA** María José Flores Córdoba, Erica Gabriela Zorrilla, Claudia Alejandra Mazzitelli	
	Trabajo completo	498
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	502
B4.13	**ADAPTACIÓN DEL MÉTODO KJELDAHL PARA DETERMINAR LA EFICACIA DEL QUITOSANO EN LA RETENCIÓN DE NITROGENO PROVENIENTE DE LA UREA** Lola Marino, Sofia Victoria Lucero, Agostina Belén González, Micaela Macarena Kraemer Dueña, Walter Raúl Rogelio Acosta	
	Trabajo completo	503
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	509
B4.14	**EMPLEO DEL ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO DE BIOLÍQUIDOS DE PIRÓLISIS COMO HERRAMIENTA EN LA FORMACIÓN TÉCNICA QUÍMICA** Lisette A. Ramírez, Victoria S. Gutiérrez	
	Trabajo completo	510
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	516
B4.15	**MULTIPLICIDAD DE RECURSOS PARA LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA APLICADA EN CONTEXTOS SEMIPRESENCIALES** Ricardo Javier Dos Santos	
	Trabajo completo	517
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	523
B4.16	**CROMATOGRAFÍA GASEOSA CON DETECTOR ECD PARA PRINCIPIANTES: UN PASO A PASO** Yamila Belén Diaz, Marina Belén Catalano, Facundo Atilio Vallejos, Giselle Anahí Berenstein	
	Trabajo completo	524
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	530
B4.17	**ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA EN EL MARCO DE UNA ASIGNATURA DE PROCESOS QUÍMICOS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA EN UTN-FRBA** Ana Laura Fucile González Illescas, María Cecilia Rodríguez, Agustina María Emilia Zangrando	
	Resumen	531
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	531

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B4.18	**PRÁCTICA SOCIAL EDUCATIVA DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN UNA COMUNIDAD CAMPESINA** Iris Dias, Agostina Ojeda, Natalia González, Cecilia Fernández Gauna	
	Trabajo completo	532
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	538
B4.19	**APLICACIÓN DEL CICLO DE INDAGACIÓN EN EL ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN BAHÍA BLANCA, ARGENTINA** Eugenia Gabriela Nahuelhual, Sabrina Angeletti, Cristina Sanhueza	
	Trabajo completo	539
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	545
B4.20	**¿QUÉ PREGUNTA UN DOCENTE UNIVERSITARIO DE QUÍMICA CUANDO PREGUNTA?** María Belén Manfredi, Héctor Santiago Odetti, María Gabriela Lorenzo	
	Trabajo completo	546
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	551
B4.21	**LA PARADOJA DE LA SUSTITUCIÓN NUCLEOFILICA UNIMOLECULAR DE CONTENIDOS EN QUÍMICA ORGÁNICA I** Elías López, Diego Colasurdo, Matías Pila, Maricel Caputo, Javier Carreras, Daniela Caichug Rivera, Sergio Luis Laurella	
	Resumen	552
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	553
B4.22	**EXPLORANDO QUIMICA Y EMOCIONES: VIVENCIAS DE ESTUDIANTES SECUNDARIOS EN UNA SALIDA EDUCATIVAS AL LABORATORIO** Silvia P. García, Valeria B. Arce	
	Trabajo completo	554
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	562
B4.23	**PERSPECTIVAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LOS DISEÑOS CURRICULARES DE ESPACIOS CURRICULARES CON CONTENIDOS DE QUÍMICA DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA BÁSICA: LOS CASOS DE LAS PROVINCIAS DE BUENOS AIRES, ENTRE RÍOS Y NEUQUÉN** Lara Adamow Giunta, Silvina Cordero, Esteban Raúl Ithuralde	
	Resumen	563
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	563

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B4.24	**FORMACIÓN TEÓRICO-EXPERIMENTAL EN LA TESIS DE LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS: DETERMINACIÓN DE ENTALPÍA DE SORCIÓN DE AGUA EN HÍBRIDOS DE MAÍZ DURO COLORADO A PARTIR DE DATOS PROPIOS DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO** Camila del Rio, Carlos A. Sologubik, Ana María Pagano	
	Trabajo completo	564
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	570
B4.25	**APORTES DE LA GAMIFICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: COMPRENDER LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DESDE LO MICROSCÓPICO** Jésica Lourdes Guaymás, Milagros García Armario	
	Trabajo completo	571
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	576
B4.26	**DISEÑO, CARACTERIZACIÓN E INMOBILIZACIÓN DE UN MATERIAL POLÍMERICO COMO PRÁCTICA DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA DEL ESTADO SÓLIDO PARA LA CARRERA DE LA LICENCIATURA EN QUÍMICA** Oswaldo José Rosas Rivas, Carlos Alberto López, María Celeste Bernini, Germán Ernesto Gómez	
	Trabajo completo	577
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	583
B4.27	**TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO: DETERMINACIÓN DE PRESENCIA DE SALES EN SEMILLAS DE ATRIPLEX LAMPA (ZAMPA)** Micaela Sánchez, Miria Baschini, Victoria Sánchez	
	Trabajo completo	584
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	587
B4.28	**DESARROLLO DE CAPACIDADES EN QUÍMICA GENERAL** Marcela Rodríguez, Susana Otoya Bet, Antonella Albornoz, Viviana Brusadín	
	Trabajo completo	588
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	594
B4.29	**QUIMICA, SALUD Y AMBIENTE COMO EJES TRANSVERSALES EN EL ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE LOS PROTECTORES SOLARES.** Jésica Lourdes Guaymás, Sandra A. Hernández	
	Trabajo completo	595
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	599

ISBN 978-987-47159-9-9

UNA ASIGNATURA PARA LA FORMACIÓN EN COMPETENCIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN EN MÁSTERES DE CIENCIAS Y DE INGENIERÍAS: ESTRUCTURA Y RESULTADOS

Gabriel Pinto Cañón

Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España. Grupo Especializado en Didáctica e Historia de la Física y la Química (GEDH). Reales Sociedades Españolas de Física (RSEF) y de Química (RSEQ).
gabriel.pinto@upm.es

Victoria Alcázar Montero

Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España. Grupo Especializado en Didáctica e Historia de la Física y la Química (GEDH). Reales Sociedades Españolas de Física (RSEF) y de Química (RSEQ).
mariavictoria.alcazar@upm.es

Resumen

Se recogen las características de la asignatura "Comunicación y Divulgación de la Ciencia y de la Técnica", implementada en 2017 y desarrollada desde entonces, en algunos Másteres Universitarios que se imparten en la Universidad Politécnica de Madrid. Se explican sus objetivos, resultados de aprendizaje esperados, temario y criterios de evaluación. Se finaliza con una reflexión sobre los resultados alcanzados, según las encuestas de los alumnos y la práctica docente. En la materia, se tratan temas muy variados, relacionados con el lenguaje de la ciencia y la tecnología (expresión de resultados, vocabulario, fuentes de información…), la forma de comunicar y difundir en esos ámbitos (artículos científicos, libros, normas, patentes, blogs, etc.) y aspectos sobre su divulgación (publicaciones, ferias, eventos para niños, hitos en historia de la ciencia…). Todo esto, junto con ejemplos de enfoques CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad), configura una asignatura optativa, que ofrece vías para la formación en competencias de comunicación para el alumnado de másteres de ciencias y de ingenierías.

Palabras clave: *artículo científico, competencias, comunicación oral y escrita, divulgación, fuentes de información.*

1. INTRODUCCIÓN

En el curso académico 2017/2018 se implantó, en la Universidad Politécnica de Madrid, la asignatura de "Comunicación y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología" de 3 créditos ECTS —el ECTS, *Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos*, por sus siglas en inglés, es el sistema adoptado por las universidades del *Espacio Europeo de Educación Superior* (EEES) para garantizar la homogeneidad de los estudios que ofrecen; un crédito ECTS equivale a entre 25 y 30 horas de dedicación del alumno a distintas actividades-— Desde ese curso, se viene impartiendo, dentro de los estudios de Máster Universitario en Ingeniería Industrial y en Ingeniería Química. En ambos casos, el máster tiene una duración de dos cursos académicos, con 120 créditos ECTS en total, y la citada materia forma parte de la oferta de las conocidas como "asignaturas de competencias transversales", todas ellas optativas. Se puede elegir, indistintamente, tanto en el primero como en el segundo curso. Se trata de una asignatura que, a priori, suele ser sorpresiva para los alumnos cuando la ven en el plan de estudios, pues es de las pocas que no se refieren a aspectos meramente científicos o técnicos. En este artículo, se presentan las características principales de esta materia, sobre la que se han realizado algunas modificaciones con el tiempo, con vistas a su mejora. Además, se exponen los resultados alcanzados hasta la fecha y las perspectivas de futuro. Este trabajo se complementa con lo recogido en otro publicado recientemente (Pinto y Alcázar, 2024).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es exponer los resultados alcanzados durante los siete cursos académicos en los que se ha impartido la asignatura citada, con idea de difundirlo entre otros colegas que

ISBN 978-987-47159-9-9

plantean emprender acciones similares para másteres, o incluso estudios de Grado, de ciencias o de ingenierías. En el contexto de los correspondientes planes de estudio, y según figura en su guía de aprendizaje, la asignatura contribuye al desarrollo de las siguientes competencias en los estudiantes:

- Poseer habilidad para comunicar eficazmente.
- Adquirir conocimiento de los temas contemporáneos.
- Saber comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados, de un modo claro y sin ambigüedades.
- Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

Los resultados de aprendizaje concretos que se pretenden conseguir con los estudiantes son:

- Conocer la aportación de la ingeniería al desarrollo de la humanidad.
- Organizar la información.
- Conocer la influencia de los descubrimientos científicos y técnicos en la transformación de las sociedades.
- Ampliar sus destrezas comunicativas, entendiendo éstas, como la capacidad para transmitir conocimientos, expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, utilizando los recursos gráficos y los medios necesarios.
- Utilizar correctamente técnicas de comunicación oral y escrita.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

3.1. Temario

En esta asignatura, diseñada para alumnos que poseen ya una titulación de Grado en ingeniería o en ciencias, se abordan diversos aspectos relacionados con la comunicación (difusión) y divulgación tanto de la ciencia como de la tecnología. Así, se tratan aspectos relacionados con: (i) el lenguaje científico (expresión de resultados experimentales, uso de unidades adecuadas a cada caso, fuentes de información...); (ii) comunicación y difusión en las áreas STEAM (por las siglas en inglés de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) a través de publicaciones (artículos, pósteres en congresos, patentes, normas...), y la comunicación oral (presentaciones de trabajos fin de carrera, presentaciones breves en congresos...) ; (iii) divulgación de la ciencia y la tecnología (publicaciones divulgativas, ferias científicas, hitos históricos...). Para ello, se exponen aspectos teóricos de estos temas y, además, se realizan ejercicios prácticos mediante los que el alumnado deberá aplicar tanto las habilidades de comunicación como competencias específicas adquiridas en el Grado y en lo cursado del propio Máster. El temario de la asignatura es el siguiente:

Bloque 1. El lenguaje de la ciencia y la tecnología.

1.1. El lenguaje científico y tecnológico.
1.2. Expresión de resultados experimentales.
1.3. Significado y vocabulario en torno a un resultado emblemático de la ciencia: la tabla periódica de los elementos químicos.
1.4. Fuentes de información: libros, revistas especializadas, portales de Internet y otras.
1.5. Búsqueda y gestión de documentación científica y técnica.
1.6. Introducción a los enfoques Ciencia-Tecnología-Sociedad (C-T-S).

Bloque 2. Comunicación y difusión de la ciencia y la tecnología

2.1. Elaboración de publicaciones científicas y de ingeniería: artículo en revista especializada, póster, monografía e informe.
2.2. Comunicación de trabajos en reuniones científicas: introducción, estudio de casos (como las Conferencias Solvay) y presentaciones orales.
2.3. Introducción a la normalización.
2.4. Introducción a las patentes.

ISBN 978-987-47159-9-9

2.5. Otras formas de comunicar ciencia: blogs.

Bloque 3. Divulgación de la ciencia y la tecnología.

3.1. Ferias científicas y exposiciones para todos los públicos.
3.2. Otras vías de divulgación: libro, artículo, infografía, vídeo, blog...
3.3. Eventos científicos para niños y jóvenes.
3.4. Juguetes e ingenios científicos: de la curiosidad a su uso educativo.
3.5. El museo como fuente de recursos para la divulgación y la difusión.
3.6. Algunos hitos de la historia de la ciencia y de la técnica.

Como se observa, el contenido está estructurado en tres bloques, en los que se tratan, de forma consecutiva: características generales del lenguaje empleado en ciencia y tecnología, formas de abordar la comunicación y difusión de la ciencia y la tecnología, y cómo divulgar (y por tanto comunicar a públicos no necesariamente expertos) estas áreas. El contenido se imparte en 14 clases de 2 horas de duración, una vez a la semana. Entre las fuentes utilizadas para preparar los contenidos, destacan un buen número de páginas Web, el libro de Davis *et al.* (2012) y otros recursos (Alcázar y Pinto, 2023).

3.2. Criterios de evaluación

De acuerdo con la normativa de la Universidad, se realiza en la asignatura el sistema de evaluación distribuida o progresiva. Es, por tanto, una evaluación formativa-sumativa y consiste en:

- Realización y presentación de trabajos individuales. Suponen un 60% del peso de la nota. Los detalles específicos se actualizan en la plataforma *Moodle*; consisten esencialmente en realizar un portafolio a lo largo del curso, por parte de cada alumno, en el que debe ir reflejando lo tratado en las clases, desde una perspectiva personal, con aportaciones propias. Se valora la actualización, las aportaciones creativas y, dada la naturaleza de la asignatura, el rigor y el estilo de la edición. También es el medio en el que los alumnos incluyen la resolución de ejercicios y casos que se van proponiendo. A través de la plataforma, los profesores comentan a los alumnos la impresión sobre el desarrollo del trabajo.

- Realización y presentación grupal de trabajos sobre aspectos concretos relacionados con la comunicación y la divulgación de la ciencia y la tecnología. Con un 40% del peso de la nota, los detalles específicos también se actualizan en la plataforma *Moodle*. La tarea consiste esencialmente en elaborar, en grupos de tres alumnos, un trabajo con estructura de artículo científico y presentar una ponencia oral (estructura de simposio, el último día de clase). Dos alumnos actúan como editores y presidentes de sesión, respectivamente. El contenido es variado: temática del trabajo fin de máster, una cuestión de ciencia, una biografía, etc. Los alumnos, aparte de escribir y exponer trabajos, hacen de revisores, coordinados por los editores que, al final, deben entregar un ejemplar de la "revista" editada. Los trabajos se valoran por los profesores y los alumnos, mediante rúbricas consensuadas.

Si un alumno no participa o no realiza satisfactoriamente las actividades de evaluación distribuida o progresiva, tiene que realizar el examen final (convocatoria extraordinaria) de la asignatura.

3.3. Temas tratados

Sin pretender abordarlo de forma exhaustiva, sí se considera conveniente destacar algunas de las ideas que se intentan transmitir a través del desarrollo de los distintos temas. Se podrá observar que, aparte de discutir aspectos generales de comunicación y divulgación de ciencia y tecnología, se enfocan aspectos específicos considerando que se trata de titulaciones de ciencias e ingeniería.

3.3.1. Contenidos del Bloque 1: El lenguaje de la ciencia y la tecnología

Una vez presentada la asignatura en clase, se realiza una introducción al conocido como *Proceso de Bolonia* (Pinto, 2010) al tratar en el tema 1.1 (el lenguaje científico y tecnológico). Se pretende que los alumnos entiendan la evolución de los últimos años de las titulaciones universitarias, incluyendo la que cursan y aspectos como lo que significa el crédito ECTS, la promoción de la calidad y la acreditación, la promoción de la dimensión europea de la educación superior, el aprendizaje a lo largo de la vida (con la importancia que conlleva en ello la formación en competencias) y los estudiantes como colaboradores activos. También, se presenta lo que se va a

ISBN 978-987-47159-9-9

tratar en la materia, con ejemplos. Así, se introduce la figura de Pilar Careaga Basabe (1908-1993), la primera ingeniera titulada de España, como ejemplo histórico de formación "en competencias", aunque no de forma tan sistemática como en la actualidad, cuando en 1929 tuvo que conducir un tren como parte de las prácticas de su último curso de su carrera de ingeniería industrial. Con una ilustración (ver FIGURA 1), se expone cómo se trata su vida para que los niños y niñas accedan a su conocimiento (ejemplo de divulgación). También se introducen ejemplos de vocabulario actual sobre la temática, explicando lo que significa educación o áreas STEM y STEAM, la descripción del ámbito y actores de la comunicación científica (ver FIGURA 2) y ejemplos puntuales de búsqueda de datos a través de la web. También se incluyen nociones generales sobre el lenguaje y la peculiaridad del lenguaje científico como son: escritura científica (características, tecnicismos, palabras de origen griego y latino, abreviaturas…), unidades de medida, nombres y símbolos de unidades, y algunas fuentes de consulta, como la Real Academia Española, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) o la Fundación del Español Urgente Fundéu BBVA). Además, el propio desarrollo del tema lleva a comentar aspectos puntuales, como los acortadores de direcciones URL, o el origen de lo que significó la denominación de *Power Point* (se aprecia al presionar sobre las teclas de punto o de coma mientras se expone con este popular programa de presentaciones). En el tema 1.2 se aborda el análisis de cómo la expresión de resultados experimentales se realiza normalmente a través de tablas y gráficas, de forma adecuada. Por su parte, en el tema 1.3 se introduce un ejemplo emblemático de lo que se trata en el curso, como es el significado y vocabulario en torno a un resultado relevante de desarrollo de la ciencia: la tabla periódica de los elementos químicos (Pinto, 2019). Se presenta su historia, destacando el intercambio que ha supuesto de comunicación a través de libros y revistas científicas, como obra colectiva que es. También se tratan aspectos como la contribución española a su desarrollo y cómo es un icono cultural.



FIGURA 1. *Pilar Careaga, primera titulada en ingeniería en España, en fotografía publicada en la revista Estampa (nº 59, febrero de 1929), y en la web "No me cuentes cuentos" de relatos infantiles protagonizados por 100 mujeres españolas de vidas inspiradoras.*

En el tema 1.4 se muestran ejemplos de las fuentes de información más habituales para la comunicación científica, destacando los libros (historia, características, datos esenciales como el ISBN…) y las revistas especializadas. De estas, se tratan múltiples aspectos sobre los artículos científicos, como: origen de las revistas científicas, crecimiento exponencial de publicaciones en los últimos años, proceso editorial donde se destaca la "evaluación por pares", el "efecto Matilda" (Rossiter, 1993) como prejuicio en contra de reconocer los logros de científicas, tipos de revistas, *open access*, medidas del impacto de artículos e indicadores de revistas (JCR, SJR, cuartiles, DOI…) y autores (como el índice H), así como las controversias actuales con las denominadas "revistas depredadoras". Se destaca aquí la importancia de todo esto en la carrera profesional de docentes e investigadores (algo poco conocido por los alumnos). De forma más breve, se introducen otras aportaciones de textos científicos y técnicos, como son: artículo de revisión, informe de conferencia, portal de internet, informe, tesis, monografía, aportaciones en congreso, norma técnica y patente. Se termina el tema, discutiendo sobre algunos portales con información pseudocientífica. En el tema 1.5 se explica cómo se puede buscar y gestionar la documentación científica y técnica y, finalmente, en el tema 1.6 se esbozan los enfoques Ciencia-Tecnología-Sociedad (C-T-S), para lo que se exponen ejemplos como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el enfriamiento del agua en recipientes de cerámica porosa, el fundamento de las calderas de condensación (y su

ISBN 978-987-47159-9-9

repercusión para ahorro de energía y disminución de emisiones de CO_2), y el tratamiento de la ciencia en los medios de comunicación.

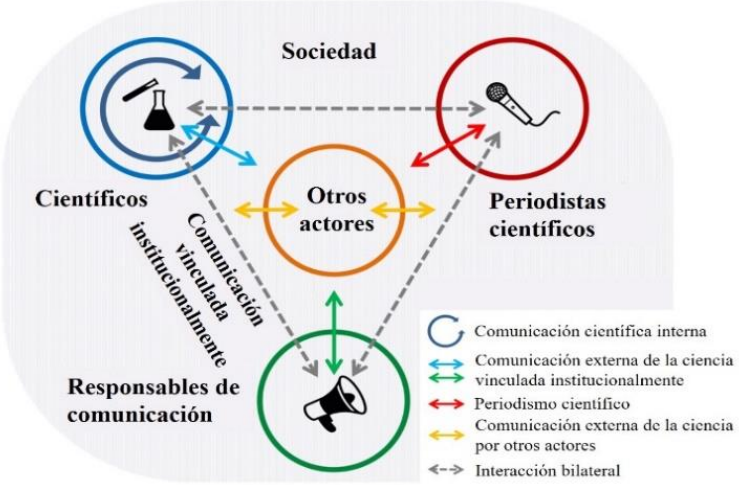


FIGURA 2. *Descripción esquemática del ámbito y actores de la comunicación científica. Traducido del esquema de C. Könneker (por By Spektrumdw - Own work, CC BY-SA 4.0).*

3.3.2. Contenidos del Bloque 2: Comunicación y difusión de la ciencia y la tecnología

En el bloque 2, se aborda cómo elaborar las publicaciones científicas y de ingeniería, una vez que, en el bloque anterior, se estudiaron sus características. Así, en el tema 2.1 se analiza la elaboración de publicaciones científicas y de ingeniería, destacando el artículo en revistas especializadas. Para ello, se explica lo que significa, el modelo IMRAD (*Introduction, Methods, Results and Discussion*) y cómo es la estructura general de artículo científico (título, autoría y afiliación, resumen, palabras clave, texto principal (contenido IMRAD), conclusiones, agradecimientos, referencias y material de soporte (abreviaturas y símbolos, apéndice, y material complementario). Aparte de todo lo anterior, se da un énfasis especial a la ética en la publicación (plagio, auto-plagio, derechos de autor…) y a la forma de indicar citas y referencias bibliográficas –con ejemplos de gestores bibliográficos–. También se explica en este tema cómo hacer un póster de congreso (por su analogía con el artículo científico) y se destacan otras vías de comunicación como monografías e informes técnicos. En el tema 2.2 se explica lo que son y cómo se preparan las comunicaciones de trabajos en reuniones científicas. Se tratan aspectos como los objetivos y tipos de estos eventos (congreso, simposio, jornadas…), estructura, características y, muy especialmente, cómo se prepara y se realiza una presentación oral de forma efectiva (selección de contenidos, diseño, ensayo, puesta en escena…). Esto tiene especial importancia, pues se comunica a los alumnos que es importante no solo para congresos, sino para otras situaciones como su defensa del trabajo fin de máster. Para dar contenido concreto y fomentar la cultura, se ponen ejemplos concretos de eventos emblemáticos, como las Conferencias Gordon de EE.UU. y, de forma especialmente intensa por su contexto histórico, las Conferencias Solvay de Física y de Química (Pinto *et al*., 2015; Pinto *et al*., 2016), que se celebran en Bruselas desde 1911. Estas son un claro ejemplo, también, de historia del desarrollo científico (como es el caso del nacimiento de la física cuántica) y su contexto histórico (financiación por el empresario y mecenas Ernest Solvay, interrelación entre científicos de diferentes países como Albert Einstein, Marie Curie o Blas Cabrera, las dos guerras mundiales, el relevo de Estados Unidos frente a Europa en la importancia del desarrollo científico, etc.). El bloque 2 se termina con estos tres temas: 2.3 Introducción a la normalización, 2.4 Introducción a las patentes y 2.5 Otras formas de comunicar ciencia, donde se destacan los blogs.

3.3.3. Contenidos del Bloque 3: Divulgación de la ciencia y la tecnología.

En el bloque 3 se analiza cómo se comunica ciencia y tecnología a públicos no especializados. Tras introducir su importancia y aportar nociones históricas del tema (Pinto, 2024) se tratan estos temas: 3.1 Ferias científicas y exposiciones para todos los públicos, donde se destacan los objetivos, la metodología y las medidas

ISBN 978-987-47159-9-9

de seguridad necesarias para las demostraciones científicas; 3.2 Otras vías de divulgación (libro, artículo, infografía, vídeo, *blog*...), destacando ejemplos; 3.3 Eventos científicos para niños y jóvenes, que conllevan características especiales; 3.4 Juguetes e ingenios científicos: de la curiosidad a su uso educativo, donde se incluyen ejemplos relacionados con la tecnología (pájaro bebedor, *energy stick*, radiómetro de Crookes, etc.); 3.5 El museo como fuente de recursos para la divulgación y la difusión; y 3.6 Algunos hitos de la historia de la ciencia y de la técnica. En este último tema se tratan aspectos que incluso varían con los años, según la actualidad (exposición, efemérides…). Algunos ejemplos típicos tratados en la asignatura son: Vida y obra de algún científico, como Antonio de Ulloa o Andrés Manuel del Río, la colección pictórica de Maxam (Pinto y Garrido-Escudero, 2016), y paseos culturales con temática científica por Madrid.

4. RESULTADOS

Los alumnos, en general, no se implican de una manera intensa en el desarrollo de la asignatura, pero es comprensible dado el poco tiempo de que disponen por la naturaleza de los estudios que cursan y por el hecho de que muchos están realizando simultáneamente prácticas en empresa e incluso trabajan ya con nivel de ingenieros. La percepción general es que hay bastante variabilidad en cuanto al interés, de forma que hay estudiantes que se involucran con especial interés y otros que, seguramente, consideran la materia únicamente un requisito "fácilmente aprobable" para conseguir 3 créditos ECTS y no la dedican el tiempo necesario. Esta idea se refuerza con el hecho de que, en las encuestas de los alumnos sobre la asignatura, existe una gran desviación típica en los resultados. En la Tabla 1 se recogen algunos valores de las evaluaciones sobre diversos aspectos que se han destacado para los objetivos de este trabajo. No se han incluido los resultados anteriores a 2021 por falta de respuestas de los alumnos (en algún caso, como en 2020, por las peculiaridades de la enseñanza telemática característica de la pandemia). Incluso en 2023 la respuesta estuvo limitada a dos alumnos. Aparte de lo que se refleja meramente en las encuestas, se puede decir que la asignatura está convenientemente implantada, dentro de las materias optativas que facilitan la formación en competencias transversales. Como se observa en la TABLA 1, dentro de la respuesta limitada y gran variabilidad encontradas, los alumnos valoran de forma positiva (y de forma creciente con los años), que la asignatura es importante para su actividad profesional y que están satisfechos con ella. La "queja" mayor suele ser que implica un "exceso de trabajo" para los créditos que supone. En todo caso, los profesores consideramos que ese trabajo es necesario, para aplicar los conocimientos adquiridos, y sí se corresponde con los créditos ECTS asignados.

TABLA 1. *Valores medios y desviaciones estándar de las respuestas de los alumnos, entre 0 (completamente en desacuerdo) y 10 (completamente de acuerdo), sobre cuestiones referentes a la asignatura.*

Cuestión para valorar por los alumnos	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024
No hay solapamiento con contenidos de otras asignaturas	6,4 ± 2,9	8,5 ± 1,6	7,5 ± 1,5	9,2 ± 1,4
El modo de evaluación es adecuado	7,8 ± 2,9	7,9 ± 2,6	5,5 ± 2,5	8,4 ± 2,0
La carga de trabajo se adecúa a los créditos asignados	5,8 ± 2,6	5,7 ± 3,1	9,5 ± 0,5	8,8 ± 1,6
Es importante para mi actividad profesional	6,1 ± 2,9	5,6 ± 2,7	7,5 ± 0,5	8,8 ± 1,6
En general, estoy satisfecho con su desarrollo	6,0 ± 2,9	6,7 ± 2,7	6,5 ± 1,5	8,6 ± 1,6
Nº respuestas / nº alumnos totales	16/22	10/19	2/16	14/22

Por otra parte, los alumnos agradecen, tanto en comentarios en las encuestas como en conversaciones informales, que la asignatura les informa de contenidos variados, con implicaciones en ingeniería, aunque también señalan que hay cierto sesgo a temas de química. Es cierto que muchos ejemplos son de esta área, dada la experiencia del profesorado que la imparte y el hecho de que algunos alumnos cursan el Máster Universitario en Ingeniería Química.

Hasta la fecha, muy pocos alumnos que cursan los másteres en los que se imparte la asignatura manifiestan que desean emprender carreras investigadoras. Si ese fuera el caso, probablemente la asignatura impactaría más en la formación de los alumnos, dado que hay aspectos como la elaboración de artículos científicos o la presentación de ponencias en congresos, más relacionados en ese ámbito que en la carrera profesional en empresas. Por eso, se insiste con ellos en que lo tratado sirve también para elaboración de otro tipo de documentos escritos y presentaciones orales. De hecho, no es extraño que los alumnos señalen que se

ISBN 978-987-47159-9-9

les ha pedido entregar trabajos y presentar temas, en cursos anteriores, pero casi ninguno ha sido formado específicamente para ello. Reciben con curiosidad el bloque sobre divulgación. Aunque suelen apreciarlo como algo interesante, y se implican más intensamente en aspectos como la explicación de los juguetes o ingenios científicos, no lo perciben como algo tan relacionado con sus presentes o futuras tareas, como lo tratado en los dos bloques previos. Pero se les insiste en que, en muchas empresas e instituciones, la labor divulgadora es cada vez más relevante, para acercar la ciencia y tecnología a la ciudadanía.

5. CONCLUSIONES

El hecho de impartir una asignatura de formación en competencias de comunicación para científicos e ingenieros en formación, creó inicialmente una incertidumbre e inseguridad en el profesorado encargado de ello, principalmente porque, aun estando involucrado por su experiencia en estos temas, no tenía una formación específica reglada sobre ello. No obstante, desde los primeros cursos, se fue afianzando tanto el desarrollo de la asignatura como el convencimiento de que es de gran utilidad para los alumnos. Aparte de la variedad de temas y contenidos de tipo Ciencia-Tecnología-Sociedad para ilustrar lo tratado, se valora el hecho de que los alumnos, en parte, se evalúan entre ellos. También se destaca que se entiende que, con lo tratado, darán especial valor a aspectos de comunicación tanto de su labor presente como de la que desarrollen en su carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda recibida por la Comunidad de Madrid, a través del Convenio Plurianual con la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), dentro de la línea de actuación «Programa de Excelencia para el Profesorado Universitario», en el marco del V Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica, PRICIT. También se agradece la ayuda de la UPM, por el proyecto “Madrid con Ciencia: Paseos para descubrir nuestro pasado científico” (Convocatoria de «Proyectos de Aprendizaje-Servicio» del año 2023).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcázar, V., & Pinto, G. (2023). Recursos para la didáctica de las ciencias. En “Experiencias y estrategias de innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (III)”, M. González Montero de Espinosa y A. Herráez Sánchez (Editores), pp. 11-16, Ed. Grupo SM.

Davis, M., Davis, K. J., & Dunagan, M. (2012). Scientific papers and presentations. Academic Press.

Pinto, G. (2010). The Bologna process and its impact on university-level chemical education in Europe. *Journal of Chemical Education*, 87(11), 1176-1182.

Pinto, G. (2019). La tabla periódica como recurso imprescindible para el aprendizaje y la divulgación de las ciencias. Educación en la Química, 25(2), 17-52.

Pinto, G. (2024). Pasión por la química: Referentes históricos y actuales de la química recreativa e implicaciones en la enseñanza y la divulgación, *Mètode*, 120, 55-64.

Pinto, G., & Alcázar, V. (2024). Implementación de una asignatura de comunicación y divulgación de la ciencia para titulaciones universitarias de ciencia e ingeniería. *Anales de Química*, 120(3), 145-150.

Pinto, G., & Garrido-Escudero, A. (2016). Chemistry and explosives: An approach to the topic through an artistic and historical contribution made by a Spanish global explosives supplier. *Journal of Chemical Education*, 93(1), 103-110.

Pinto, G., Martín, M., & Martín, M. T. (2015). Las Conferencias Solvay: una oportunidad para la didáctica (parte I). *ConCIENCIAS. Digital: Revista de Divulgación Científica de las Facultad de Ciencias de Zaragoza*, 16, 46-63.

Rossiter, M. W. (1993). The Matthew Matilda effect in science. *Social Studies of Science*, 23(2), 325-341.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1--s8JAY6AJgBZyOc4b6cJEWLFin2CJ6h/view

ISBN 978-987-47159-9-9

PRÁCTICAS DE CAMPO Y ABORDAJE DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES LOCALES COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA INTEGRADORA EN LA FORMACIÓN SUPERIOR EN QUÍMICA

Amalia Lara Bursztyn Fuentes

Instituto de Ciencias Polares, Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (ICPA-UNTDF) y Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET). Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.
albursztyn@untdf.edu.ar

Soledad Lorena Diodato

Instituto de Ciencias Polares, Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (ICPA-UNTDF) y Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET). Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.
sdiodato@untdf.edu.ar

Tomás Emilio Busan

Instituto Provincial de Educación Superior "Florentino Ameghino" (IPES). Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.
tomasemiliobusan@gmail.com

Resumen

Esta propuesta, llevada a cabo con estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Ambientales y Licenciatura en Biología de la UNTDF, plantea una articulación entre conceptos biológicos y ambientales con temas de Química General. Las prácticas de campo, en el terreno y en laboratorio, en el marco de problemáticas ambientales locales facilitan al estudiante la construcción de sus propias representaciones conceptuales y procedimentales, y favorecen la motivación al hallar conexión entre lo teórico, lo práctico y el territorio que habitan. El objetivo de este trabajo fue aplicar la práctica de campo como estrategia didáctica en el proceso de la formación química universitaria, tomando la problemática ambiental local como disparador. El trabajo se llevó a cabo en tres etapas: a) muestreo de aguas y sedimentos en un arroyo urbano, aguas arriba y aguas debajo de la urbanización, b) un análisis fisicoquímico exhaustivo de dichas muestras y c) realización de un bioensayo con Lactuca sativa (lechuga) y las muestras de agua colectadas. Esta propuesta permitió que los estudiantes afiancen conceptos de química, así como temáticas ambientales locales relevantes.

Palabras clave: *formación química; química ambiental; prácticas de campo; problemáticas ambientales; Ushuaia*

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura Química Ambiental y Contaminación se dicta en el ciclo básico de la Licenciatura en Ciencias Ambientales (Resolución CS Nº 021-2020) del Instituto de Ciencias Polares, Ambientes y Recursos Naturales de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (ICPA-UNTDF), y como optativa de la Licenciatura en Biología del mismo instituto. La Química Ambiental es una rama de la química que “trata de las reacciones, los destinos, el transporte y las fuentes de emisión de los compuestos químicos en el aire, el agua y el suelo” (Baird y Cann, 2014). Como tal, se vale de contenidos teóricos (ej.: equilibrios químicos) y prácticos (ej.: realización de una titulación) adquiridos en asignaturas correlativas como Química General e Inorgánica y Química Orgánica.

Durante el recorrido académico, la mayoría de las Universidades Nacionales (en las facultades de ciencias exactas y naturales, principalmente) sostienen una estructura de herencia positivista, considerando a la matemática, la física y la química como disciplinas *a priori* importantes y más “fundamentales” para la construcción del conocimiento científico. En consecuencia, muchos de los recorridos académicos de los y las estudiantes comienzan por estas disciplinas. Sumado a esto, los trabajos prácticos en el laboratorio suelen ser

ISBN 978-987-47159-9-9

los referentes didácticos para la enseñanza de la ciencia, pero los abordajes tradicionales suelen tener deficiencias (García et al., 1995). Por ejemplo, a veces quedan descontextualizadas del *¿Para qué?*, pregunta que, en muchos casos, facilita o motiva el aprendizaje al estudiante. Es por eso que consideramos que las prácticas en campo, en el marco de problemáticas locales relevantes como puede ser la contaminación de los cuerpos de agua urbanos, resultan una estrategia didáctica y pedagógica útil para la enseñanza de la química ambiental y la formación química universitaria de profesionales.

2. FUNDAMENTACIÓN

En relación con las salidas educativas, podemos pensar que son la estrategia:

> …pedagógica en la que el proceso de enseñanza y aprendizaje se realiza […] con la más variada diversidad de escenarios y con múltiples recursos didácticos. Son extensivas a todos los niveles y especialidades, tanto en el área formal como no formal… (Hughes y Codesal, 2013, p. 2)

Para otros autores, las salidas de campo son una herramienta que permite lograr un aprendizaje significativo, reforzando, conectando y aplicando los contenidos que se enseñan en las aulas. Tenorio Montes y Fuentemayor Chica (2018) citan a Sousa et al. (2016) quien dice que:

> De esta manera los alumnos ponen en práctica las ideas que han desarrollado en clase y consiguen una representación mental más compleja de los nuevos conocimientos donde pueden llevarse a cabo la observación, el análisis, la síntesis, la autonomía y la interpretación de fenómenos. (p. 25)

Sin embargo, la salida al campo por sí sola no implica un proceso de enseñanza-aprendizaje, debe de estar acompañada por un diseño y planificación adecuados (Tenorio Montes y Fuentemayor Chica, 2018). En este sentido, su ubicación con respecto a los contenidos y el objetivo claro son importantes, pero también lo es seleccionar un contexto relevante que interpele al estudiante. Consideramos que el abordaje de problemáticas ambientales locales es un buen punto de partida para motivar a los estudiantes y ejemplificar un *¿Para qué?* de los contenidos que está brindando la asignatura en el campo de aplicación profesional.

3. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue aplicar la práctica de campo como estrategia didáctica en el proceso de formación química universitaria, tomando la problemática ambiental local como disparador, trabajando con estudiantes de tercer año de la Licenciatura en Ciencias Ambientales y de quinto año de la Licenciatura en Biología de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego.

4. METODOLOGÍA

Luego de los abordajes teóricos de las unidades “Sistema acuático” y “Sistema terrestre o fase sólida”, a los estudiantes se les entregó una guía explicativa del trabajo práctico, donde se contextualizó la problemática, se definió el objetivo y los pasos a seguir. El objetivo de la salida fue caracterizar la calidad del agua y de los sedimentos de dos tramos de un arroyo urbano impactado y, para ello, se trabajó con el arroyo Buena Esperanza de la ciudad de Ushuaia, Tierra del Fuego.
El trabajo se dividió en las siguientes etapas:

a) *Toma de muestras de agua y sedimento en el terreno:* en el arroyo Buena Esperanza (ABE) se tomaron muestras en dos puntos, un punto aguas arriba con poco impacto de la ciudad (ABE alto) y un punto aguas abajo con mayor impacto (ABE bajo). Además, se registraron parámetros ambientales con un sensor multiparamétrico (temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, etc.). Se los incentivó a observar en cada sitio las características sensoriales (visuales, olfativas) que mostraran a priori el estado ambiental del lugar, rescatando en la explicación las ideas previas surgidas del grupo y en relación a lo visto en la clase teórica.

ISBN 978-987-47159-9-9

Finalidad: en esta actividad se pretendió que el/la estudiante desarrolle los criterios mínimos necesarios para la toma de muestra a campo de distintas matrices ante una problemática de contaminación ambiental (ej.: aguas arriba y aguas debajo de un vertido/disturbio, etc.) y que aprenda a manejar instrumental de monitoreo a campo.

b) *Análisis fisicoquímico de las muestras en el laboratorio:* sobre las muestras de agua debidamente conservadas, se realizaron distintas determinaciones analíticas. Una fracción de la muestra se utilizó para determinar turbidez, cloruros, alcalinidad y dureza. Otra fracción de la muestra se filtró con vacío para: cuantificar el contenido de sólidos totales en suspensión (STS) en el filtro y determinar las concentraciones de los nutrientes inorgánicos disueltos (nitratos y fosfatos) en el agua filtrada. Sobre las muestras de sedimento secadas y tamizadas se determinó: pH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (MO). Para las determinaciones analíticas se utilizaron los métodos y protocolos estandarizados mayormente utilizados a nivel mundial de la Asociación Americana de Salud Pública (*American Public Health Association*, APHA) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (*Environmental Protection Agency*, USEPA).
Finalidad: en esta actividad se pretendió que el/la estudiante consolide sus habilidades de manejo del instrumental de laboratorio adquiridas en asignaturas previas y conozca dónde consultar y cómo aplicar los protocolos estandarizados vigentes para el análisis de muestras.

c) *Realización del bioensayo:* se expusieron semillas de *Lactuca sativa* var. criolla de verano (lechuga) a diferentes concentraciones de Cu^{2+} y a las muestras de agua colectadas en campo durante un período de 120 horas. Una vez pasado el tiempo de ensayo, se contó el número de semillas germinadas y se midió la longitud de la radícula de cada una de las plántulas. Se determinó cuál fue la concentración de Cu^{2+} que produce un 50% de inhibición en la elongación de la radícula y cuál la que produce un 50% de inhibición en la germinación (concentración de inhibición media o CI50).
Finalidad: en esta actividad se pretendió que el/la estudiante conozca métodos complementarios para el análisis ambiental tradicional relacionados con el ámbito de la ecotoxicología, que maneje organismos vivos y que procese los datos obtenidos.

d) *Elaboración de un informe grupal:* los y las estudiantes elaboraron un informe grupal (máx. 3 estudiantes) con los resultados obtenidos y realizaron una breve interpretación de los mismos a la luz de los contenidos abordados en las unidades correspondientes y la legislación pertinente.
Finalidad: en esta actividad se pretendió que el/la estudiante trabaje en equipo, produzca un informe escrito de carácter académico, busque e investigue bibliografía pertinente y, con ello, resuelva problemas directamente asociados a su futura actividad profesional.

5. RESULTADOS

La FIGURA 1 muestra fotografías de la salida a campo y la Tabla I muestra una compilación de los resultados presentados por un grupo de estudiantes.

Por un lado, los parámetros medidos arrojaron valores dentro de los rangos esperados teniendo en cuenta relevamientos previos de la zona (Granitto et al., 2021). Por otro lado, permitieron evidenciar diferencias en los sitios aguas arriba y aguas debajo de la urbanización, con valores más altos de conductividad eléctrica, sólidos totales (disueltos y en suspensión), turbidez, nutrientes (nitratos y fosfatos), cloruros, alcalinidad y dureza en el tramo bajo (ABE bajo). Esto está relacionado con los aportes por escorrentía superficial en una cuenca muy urbanizada y con alta densidad poblacional. Es interesante resaltar que, en algunos casos, los ensayos no resultaron como las/los estudiantes esperaban. Por ejemplo, en el bioensayo de ecotoxicidad, las semillas del tratamiento ABE bajo crecieron más que aquellas del tratamiento control y ellas/ellos esperaban que, al presentar una menor calidad de agua, el efecto tóxico fuera mayor. Una respuesta biológica análoga fue observada por Albizzi et al. (2021) con individuos de *Daphnia magna* y una explicación alternativa es que, si bien aguas abajo la calidad disminuye, la disponibilidad de nutrientes es mayor y no se alcanzan umbrales tóxicos de, por ejemplo, conductividad eléctrica. De todas formas, resultó importante que pasaran por la experiencia y el

ISBN 978-987-47159-9-9

proceso de aprendizaje más allá del resultado obtenido.



FIGURA 1. *Fotografías de las actividades realizadas: toma de muestras en el ABE alto (izquierda) y mediciones durante el bioensayo (derecha).*

Tabla I. *Valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos para el tramo alto y tramo bajo del arroyo Buena Esperanza (Ushuaia). nd: no detectado*

Parámetro	**ABE alto**	**ABE bajo**
Agua		
Temperatura (°C)	1,34	7,30
Oxígeno disuelto (mg/L)	21,95	14,96
pH	6,57	6,72
Conductividad eléctrica (mS/cm)	0,091	0,412
Sólidos Totales Disueltos (g/L)	0,059	0,126
Sólidos Totales en Suspensión (g/L)	nd	0,03
Turbidez (NTU)	0,3	24,3
Fosfatos (mg/L)	0,006	0,05
Nitratos (mg/L)	0,035	3,55
Cloruros (mg/L)	17,7	62,0
Alcalinidad (mg/L $CaCO_3$)	30	165
Dureza (mg/L $CaCO_3$)	40	190
Sedimento		
pH	6,46	5,02
Conductividad eléctrica (mS/cm)	0,055	14,50
Materia orgánica (%)	2,47	14,2

El abordaje de una problemática local relevante como es el impacto de las urbanizaciones en los cuerpos de agua, en conjunto con la salida al campo y el trabajo de laboratorio, resultó una estrategia didáctica integradora útil para la consolidación de contenidos de química ambiental. Es una actividad interdisciplinar: no sólo se afianzan conocimiento de química, sino que también aprenden a usar equipos específicos en el campo, a tomar, preservar y analizar muestras de manera correcta, a analizar datos, lo que implica poner en juego

ISBN 978-987-47159-9-9

conocimiento de matemática y estadística tales como sacar promedios, desvíos estándar, utilizar la conversión de unidades y hacer curvas de regresión para la calibración del instrumental. Además, la discusión pedida en el informe los enfrentó a tener que interpretar esos datos, para lo cual los contrastaron con valores estipulados en la legislación local y nacional.

Además, un insumo que se llevan es que la actividad les permite conocer el estado del territorio que habitan.

6. CONCLUSIONES

El abordaje de una problemática local ambiental relevante como es el impacto de las urbanizaciones en los cuerpos de agua, en conjunto con la salida al campo, parece ser una estrategia didáctica integradora útil para la consolidación de contenidos de química ambiental y de competencias profesionales. Los estudiantes involucrados pueden poner a prueba los contenidos teóricos aprendidos en clase, así como también comenzar a reflexionar sobre los alcances, beneficios y problemas de su aplicación práctica a campo. Este aprendizaje de carácter complementario entre el conocer y el hacer parece no solo ser fructífero para la formación de los y las estudiantes, sino que también podría funcionar para fomentar el interés y la reflexión sobre el quehacer profesional de todos los involucrados. Convirtiendo a este tipo de salidas de a campo en una herramienta fundamental a la hora de pensar y llevar a cabo estrategias didácticas realmente fructíferas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albizzi, A., Diodato, S., y González Garraza, G. (2021). El uso de bioensayos crónicos en Daphnia magna para la evaluación ambiental de un arroyo urbano en Tierra del Fuego (Argentina). *Ecología Austral*, *31*(2), 277–288. https://doi.org/10.25260/EA.21.31.2.0.1241

Baird, C. y Cann, M. (2014). *Química ambiental*. (2da ed.). Editorial Reverté.

García Barros, S., Martínez, M. C. y Mondelo Alonso, M. (1995). El trabajo práctico. Una intervención para la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, *13*(2), 203-209. https://ensciencias.uab.cat/article/view/v13-n2-garcia-martinez-mondelo/2175

Granitto, M., Diodato, S., Rodríguez, P. (2021). Water quality index including periphyton chlorophyll-a in forested urban watersheds from Tierra del Fuego (Argentina). *Ecological Indicators* 126,107614. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107614

Hughes, V. y Codesal, A. (2013). La salida Educativa: una estrategia de enseñanza. *Acta Académica de las II Jornadas Provinciales de Geografía, Ciencias Sociales y Educación* (Neuquén), 1-4. https://www.aacademica.org/i.jornadas.norpatagonicas/38

Sousa Fernandes, S. A., García Monteagudo, D. y Souto González, X. M. (2016). Educación geográfica y las salidas de campo como estrategia didáctica: un estudio comparativo desde el Geoforo Iberoamericano. *Biblio3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 1-22. https://raco.cat/index.php/Biblio3w/article/view/308080/423395

Tenorio Montes, K. P. y Fuenmayor Chica, M.M. (2018). *Salidas de campo como estrategia didáctica para la enseñanza- aprendizaje de las ciencias naturales en estudiantes del grado 5° en la institución La Esperanza De Planeta Rica- Córdoba*. Universidad de Córdoba. https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/930

Video **Enlace al video explicativo del trabajo presentado**
https://drive.google.com/file/d/1QR6tlBzMvagIXtLsoiOt1N-lGgjUoYSN/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 4: Formación Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica – B4.03

Resumen y video

TRABAJANDO LOS MODELOS MENTALES DEL ESTUDIANTADO EN UNA CLASE DE ESTEQUIOMETRÍA GRACIAS A LAS ESPIRALES DE GENERACIÓN, EVALUACIÓN Y MODIFICACIÓN

Romina Riva-Riquelme

Scuola Italiana de Concepción, Concepción, Chile.
romina.159@gmail.com

María Cecilia Núñez-Oviedo

Departamento de Currículum e Instrucción, Facultad de Educación, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
marnunez@udec.cl

Patricio Flores-Morales

Departamento de Polímeros, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
patflores@udec.cl

Resumen

La modelización es una de las estrategias didácticas que se utilizan hoy en día como un intento de reproducir lo que los/las científicos/as hacen cuando investigan. En la modelización mental es importante trabajar con los modelos que el estudiantado propone ante un fenómeno científico que se le plantea, y como el primer modelo propuesto puede no resultar correcto, este se va perfeccionando a través de espirales de generación, evaluación y modificación (GEM). Esto equivale a que el profesorado trabaje con las preconcepciones estudiantiles y las guíe hacia el fenómeno o concepto científico que se quiere enseñar. En esta investigación se trabajó con un curso universitario de repitencia en la que les planteó el desafío de determinar experimentalmente cuántas moléculas de dióxido de carbono se producían en una reacción ácido base. Se les entregaron materiales convencionales y no convencionales para que respondieran al desafío. El estudiantado tuvo que pasar por seis espirales GEM para responder al desafío, la mayoría de las cuales fueron rechazadas por el docente a cargo por ser científicamente incorrectas. Esto hizo que el estudiantado vivenciara la «construcción» de un equipo recolector de gases (tal como lo hiciera Boyle) a través de la mejora de sus modelos mentales.

Palabras clave: *estequiometría; modelización; espirales GEM; educación terciaria; química universitaria*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1xEZG-HWt2OUTajuPLnOw35lfqjTXVOr9/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 4: Formación Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica – B4.04

Resumen y video

LABORATORIOS UNIVERSITARIOS COMO HERRAMIENTA PARA FOMENTAR LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN ESTUDIANTES 3° AÑO DE SECUNDARIA EN LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

Ana Sofia Villarreal

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.
villarrealsofiaa27@gmail.com

Silvia Corbalan

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.
silviagcorbalan@gmail.com

Resumen

El proyecto *"Laboratorios universitarios como herramienta para fomentar la alfabetización científica en estudiantes de 3° año de secundaria en la provincia de Santiago del Estero"* se centra en la importancia de las experiencias prácticas en la educación científica. Se parte de la premisa de que el acceso a laboratorios y a experimentación directa es limitado en muchas escuelas secundarias, lo que podría afectar negativamente el interés de los estudiantes en las ciencias. El objetivo principal es evaluar cómo la participación en actividades prácticas en laboratorios universitarios puede influir en la comprensión de conceptos científicos, aumentar el interés por carreras relacionadas con las ciencias, y mejorar la alfabetización científica de los estudiantes. Para ello, se realizarán encuestas antes y después de la experiencia, midiendo cambios en el conocimiento, habilidades prácticas adquiridas, y actitudes hacia la ciencia. El proyecto también busca identificar las principales barreras que enfrentan los estudiantes para participar en este tipo de actividades, como la falta de recursos o el acceso limitado, y propone ofrecer recomendaciones para mejorar la integración de experiencias de laboratorio en escuelas con escasos recursos. Además, se hará una comparación entre los estudiantes que participaron en las experiencias de laboratorio y aquellos que no, con el fin de destacar los beneficios educativos y prácticos de estas actividades. Se espera que los resultados de este estudio puedan contribuir al diseño de políticas educativas que promuevan un mayor acceso a la ciencia práctica en la educación secundaria.

Palabras clave: *alfabetización científica; laboratorio; universitarios; secundaria; Química.*

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1wVPflcwVzHB9Oy5MVmtIYIm6cXvvXPZp/view

ISBN 978-987-47159-9-9

LA ESCRITURA REFLEXIVA COMO HERRAMIENTA FORMATIVA: TRANSICIONES ENTRE MODALIDADES DE REFLEXIÓN EN LA RESIDENCIA DOCENTE DE QUÍMICA

Trinidad Rayen Scaine

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
trinidadscaine@gmail.com

Guillermo Eduardo Cutrera

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
guillecutrera@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se estudian las modalidades de escritura reflexiva evidenciadas en un texto elaborado por una futura profesora de química durante su residencia docente. A través de un estudio de caso, se analizaron las reflexiones escritas de la residente y cómo estas se sucedieron en el texto. Estas reflexiones se analizaron a partir de modalidades de escritura construidas inductivamente durante el proceso de codificación, colocándolas en dialogo con investigaciones previas. La codificación del texto se desarrolló considerando unidades de análisis delimitadas por el inicio, desarrollo y finalización de una idea completa. Estas unidades fueron posteriormente estudiadas considerando la secuencia temporal en la que se inscribían en el texto, lo que permitió identificar construir un perfil reflexivo. Los resultados muestran que el contenido del texto elaborado por la residente progresa desde una modalidad puramente descriptiva hacia una reflexión crítica, evidenciando el desarrollo de su capacidad para analizar y transformar sus prácticas. Este estudio resalta el valor de la escritura reflexiva como herramienta formativa y la importancia de promoverla desde la formación docente inicial. Asimismo, plantea el desafío de generar instancias donde la reflexión conduzca a la mejora efectiva de las prácticas de enseñanza.

Palabras clave: *escritura reflexiva; formación docente inicial; prácticas reflexivas; niveles de reflexión, residencia docente.*

1. INTRODUCCIÓN

La escritura reflexiva es una herramienta valiosa en la formación docente inicial, ya que promueve el desarrollo de habilidades metacognitivas y la capacidad de analizar críticamente la propia práctica (Azini et al., 2019). Los diarios reflexivos, en particular, permiten a los futuros docentes registrar y examinar sus experiencias, creencias y decisiones pedagógicas (Dyment y O'Connell, 2014). A través de la escritura, los docentes en formación pueden identificar fortalezas, desafíos y áreas de mejora en su práctica, así como integrar la teoría y la práctica (Töman, 2017).

Investigaciones previas han explorado las modalidades reflexivas presentes en los diarios de docentes en formación, encontrando una progresión desde la descripción hasta la reflexión crítica (Thorpe, 2004). Sin embargo, aún se necesitan más estudios que analicen en profundidad cómo se desarrolla la escritura reflexiva a lo largo de las experiencias formativas y cómo se relaciona con la mejora de la práctica docente (Barham, 2023).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar las modalidades de escritura reflexiva evidenciadas en el diario de una practicante de química durante su residencia docente. A través de un estudio de caso, se examinó cómo las reflexiones escritas de la residente evolucionan y se suceden en el texto, identificando transiciones entre niveles de reflexión. Los resultados de este estudio podrían contribuir a comprender mejor el proceso de desarrollo de la práctica reflexiva en la formación docente inicial y a diseñar estrategias para promoverla de manera efectiva.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. MARCO TEÓRICO

La escritura reflexiva en la formación docente inicial es una herramienta valiosa que promueve la práctica reflexiva, definida por Schön (1983) como el proceso continuo de pensar críticamente sobre la propia práctica profesional para mejorarla. Los diarios reflexivos fomentan la autoevaluación y la autoobservación, permitiendo a los futuros docentes desarrollar una mayor conciencia de sus creencias y valores educativos (Larrivee, 2008). Además, la escritura reflexiva ayuda a desarrollar habilidades de pensamiento crítico al analizar las experiencias desde múltiples perspectivas (Nguyen et al., 2014).

La escritura de diarios también proporciona un medio para la retroalimentación continua y el desarrollo profesional, permitiendo establecer metas y monitorear el progreso (Töman, 2017). Asimismo, promueve una mayor comprensión y empatía hacia los estudiantes al reflexionar sobre las interacciones con ellos (Smith y Doe, 2020). Además, puede contribuir al bienestar emocional de los docentes al ayudarles a manejar el estrés y las demandas emocionales de la enseñanza (Wagle y Sah, 2023).

La práctica reflexiva implica un proceso cíclico de reflexión y acción, en el cual los docentes examinan críticamente su práctica, identifican áreas de mejora y experimentan con nuevas estrategias (Beauchamp, 2015). La práctica reflexiva requiere de habilidades metacognitivas, como la autoconciencia y la autorregulación, así como de una disposición hacia el aprendizaje continuo y la apertura al cambio (Schön, 1983). Promueve la autorregulación al permitir a los futuros docentes monitorear su propio aprendizaje y establecer metas de desarrollo profesional (Loughran, 2002).

La escritura reflexiva, en particular a través de diarios, es una estrategia efectiva para promover la práctica reflexiva en la formación docente inicial (Dyment y O'Connell, 2014). Los diarios reflexivos permiten a los futuros docentes documentar y analizar sus experiencias de enseñanza, explorar sus creencias y valores educativos, y establecer conexiones entre la teoría y la práctica (Bain et al., 2002). Además, la escritura reflexiva fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas, ya que requiere que los docentes en formación analicen situaciones desde múltiples perspectivas y generen soluciones creativas (Yalcin Arslan, 2019).

Sin embargo, es importante destacar que el desarrollo de la práctica reflexiva a través de la escritura requiere de un andamiaje y acompañamiento por parte de los formadores de docentes, así como de condiciones facilitadoras, como un clima de confianza y apertura, oportunidades para el diálogo y la colaboración, y una cultura institucional que valore la reflexión (Beauchamp, 2015).

Además, la escritura reflexiva ayuda a los docentes en formación a desarrollar habilidades de pensamiento crítico. Según Nguyen et al. (2014), la reflexión efectiva requiere que los individuos analicen y evalúen sus experiencias desde múltiples perspectivas. Al escribir un diario, los docentes pueden explorar diferentes interpretaciones de sus experiencias de aula, lo que les permite desarrollar una comprensión más profunda y matizada de su práctica. Esto es particularmente importante en la formación docente, donde la capacidad de adaptarse y responder a situaciones diversas y cambiantes es esencial. Este estudio busca contribuir a la comprensión de cómo se desarrolla la escritura reflexiva en la formación docente inicial y cómo se relaciona con la mejora de la práctica docente.

3. METODOLOGÍA

En la presente investigación se adoptó un enfoque cualitativo y un estudio de caso (Stake, 2020). El caso se definió a partir del análisis diabático realizado por una futura profesora de química durante su residencia docente. En este contexto, la practicante desarrolló cuatro secuencias didácticas en diferentes instituciones educativas. Como parte de su trabajo, debió seleccionar una problemática de enseñanza para analizarla a partir de categorías didácticas abordadas durante la residencia. En este trabajo se analiza una de estas problemáticas correspondiente al trabajo didáctico en un aula de fisicoquímica de un segundo año en una institución de educación secundaria de la provincia de Buenos Aires, Argentina. La secuencia estuvo centrada en el tema “Leyes de los gases ideales”.

ISBN 978-987-47159-9-9

El análisis de contenido se desarrolló siguiendo las etapas propuestas por Bardin (1977). En la instancia de preanálisis, se delimitó el corpus documental constituido por el texto elaborado por la futura profesora de química durante su residencia docente. En esta fase inicial se establecieron los objetivos de investigación y se definieron los criterios de análisis. En la etapa correspondiente a la exploración del material, se realizó una codificación sistemática del documento. La unidad de análisis no se limitó a la oración, sino que, para su definición, se consideró si la oración proporcionaba una justificación o explicación directa de la oración anterior y si varias oraciones estaban estrechamente relacionadas y formaban parte de un mismo argumento o reflexión. Las unidades fueron identificadas secuencialmente (U1, U2, U3…). El proceso de codificación se desarrolló a partir de la construcción de códigos emergentes, elaborados inductivamente en dialogo con investigaciones previas (Hatton y Smith, 1995; Jay y Johnson, 2002; Lara Subiabre, 2019). Estos códigos permitieron identificar modalidades de escritura reflexiva, presentadas en la TABLA I. Se construyeron perfiles reflexivos que permitieron la identificación de transiciones entre modalidades de escritura y el análisis de la evolución desde descripciones descriptivas hasta reflexiones críticas y propositivas.

TABLA I. *Modalidades de escritura identificados en este trabajo*. Fuente: adaptado de Hatton y Smith (1995), Jay y Johnson (2002) y Lara Subiabre (2019).

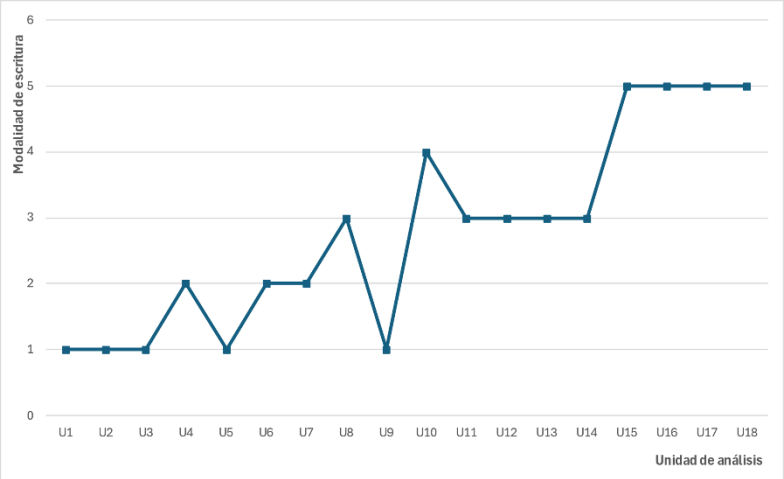
Modalidad de escritura	Descripción	Ejemplo
Escritura descriptiva	Describe los eventos que ocurrieron en el aula o eventos esperables sin proporcionar justificaciones sobre los mismos.	*"La clase 2 comenzó con un repaso de lo visto en la clase anterior sobre la ley de Boyle, les preguntamos a los estudiantes qué recordaban de esa clase tratando de recuperar el trabajo con el simulador"*
Reflexión descriptiva	Proporciona razones basadas en criterios personales sobre eventos que ocurrieron en el aula o eventos esperables.	*"Hasta este momento se observa cómo la contextualización va del simulador a la representación del simulador mediante un dibujo en el pizarrón […] Tratamos de representar esto en el dibujo volviendo a contextualizar"*
Reflexión dialógica modélica	Ofrece justificaciones a eventos del aula en términos de las variables involucradas y/o de la noción de proporcionalidad.	*"[…] tal vez podría haberles resultado mucho a los chicos el trabajo con los niveles y además la noción de proporcionalidad […] porque evidenciaron tener dificultades a la hora de realizar explicaciones o describir lo observado a nivel macro o microscópico"*
Reflexión dialógica didáctica	Ofrece justificaciones a eventos del aula recurriendo a categorías didácticas trabajadas en la residencia.	*"[…] es un repaso fuertemente contextualizado en donde se trabajó tanto con variables macroscópicas del gas como submicroscópicas, es decir en ambos niveles [...], y contextualizando a partir de dos recursos diferentes […]."*
Reflexión crítica	Justifica un cambio y/o elabora propuesta/s para abordar o resolver una dificultad identificada durante el trabajo en el aula o en las instancias de socialización.	*"[…] creo que no fuimos claras al hablar que todo lo que estábamos charlando era en relación a esa ley. Podríamos en ese momento haberles preguntado […] '¿A qué ley de los gases responde lo trabajado la clase pasada?' […] porque en esta clase se vio una ley nueva y deben reconocerlas y diferenciarlas"*

4. RESULTADOS

En este apartado se examinó secuencialmente cada unidad de análisis, argumentando cómo su codificación da cuenta de distintos niveles de reflexión, desde la escritura descriptiva hasta la reflexión crítica, y

ISBN 978-987-47159-9-9

se estableció cómo se inscriben en el texto las variaciones de estas modalidades de escritura. En la FIGURA 1 se presenta el perfil reflexivo correspondiente al texto elaborado por la practicante.



Referencias:
1: escritura descriptiva
2: reflexión descriptiva
3: reflexión dialógica modélica
4: reflexión dialógica didáctica
5: reflexión crítica.

FIGURA 1. *Perfil reflexivo evidenciado en el texto elaborado por la practicante.*

El texto comienza con varias unidades codificadas como "escritura descriptiva" (U1, U2, U3, U5, U9), en las que la practicante se limita a narrar eventos y acciones realizadas en clase, sin profundizar en reflexiones o análisis. Esto sugiere que, en esta etapa inicial, la residente se encuentra en un nivel de pre-reflexión (Larrivee, 2008), enfocándose principalmente en describir su práctica sin cuestionarla. La escritura descriptiva es común en los primeros estadios del desarrollo reflexivo ya que los futuros profesores tienden a centrarse en los aspectos más superficiales y observables de su práctica (Yalcin Arslan, 2019). A medida que avanza el texto, se evidencian unidades de "reflexión descriptiva" (U4, U6, U7), desde las cuales la practicante reflexiona sobre la intencionalidad pedagógica detrás de ciertas decisiones, aunque de manera acotada. Esto indica una transición hacia un mayor nivel reflexivo en el que la residente comienza a cuestionarse sobre el propósito de sus acciones, pero sin profundizar en las implicancias más amplias (Larrivee, 2008). La reflexión descriptiva es un paso necesario para avanzar hacia niveles más profundos de escritura, en tanto implica un primer distanciamiento de la práctica para analizarla (Hatton y Smith, 1995).

El texto elaborado por la residente continúa con una "reflexión dialógica didáctica" (U10). Esta modalidad se presenta únicamente en esta instancia, se expresa en el análisis detallado de las decisiones didácticas fundamentadas en base a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y evaluando su impacto. Este nivel de reflexión denota una mayor capacidad de la practicante para colocar en diálogo la práctica con la teoría y considerar las implicancias de las acciones pedagógicas en los aprendizajes de los estudiantes (Yalcin Arslan, 2019), lo que se traduce en un nivel de reflexión pedagógica superior (Larrivee, 2008).

Luego, surgen varias unidades de "reflexión dialógica modélica" (U8, U11, U12, U13, U14). La reflexión dialógica modélica implica una mirada prospectiva, orientada a la transformación y la innovación de la práctica docente (Tagle Ochoa et al., 2017). Este tipo de reflexión es fundamental para que los docentes en formación desarrollen una identidad profesional flexible y abierta al cambio, que les permita adaptarse a los desafíos y demandas cambiantes de la profesión docente (Dyment y O'Connell, 2014).

Hacia el final del texto elaborado por la residente se evidencian unidades de "reflexión crítica" (U15, U16, U17, U18), donde la practicante cuestiona críticamente aspectos de su práctica y propone cambios sustanciales en la secuencia de enseñanza, fundamentados en las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Este nivel de reflexión crítica es el más profundo y transformador, ya que involucra el cuestionamiento de los supuestos subyacentes a la práctica docente y una disposición a modificar las estructuras y rutinas establecidas (Larrivee, 2008).

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que han explorado las modalidades reflexivas en la formación docente. Yalcin Arslan (2019) señala que la práctica reflexiva permite a los docentes en formación pasar de un nivel técnico a un nivel crítico de reflexión. De manera similar, Farrell (2015) identifica diferentes

niveles de reflexión, desde la descripción de eventos hasta la reflexión crítica que cuestiona supuestos y propone cambios. La transición gradual observada en el texto analizado también se alinea con el modelo de desarrollo reflexivo propuesto por Larrivee (2008), que describe un continuo desde la pre-reflexión hasta la reflexión crítica. Este proceso de desarrollo reflexivo ha sido respaldado por estudios empíricos en diversos contextos de formación docente (Sánchez-Martí et al., 2018).

5. CONCLUSIONES

El presente estudio tuvo como objetivo analizar las modalidades de escritura reflexiva evidenciadas en el diario de una practicante de química durante su residencia docente, examinando cómo las reflexiones escritas evolucionan y se suceden en el texto, identificando transiciones entre niveles de reflexión.

El análisis secuencial de las unidades del texto elaborado por la practicante permitió apreciar cómo su capacidad reflexiva transitó desde un nivel descriptivo hasta un nivel crítico y propositivo. Esta progresión, hacia niveles cada vez más altos de reflexión, es un indicador del desarrollo de su capacidad reflexiva a lo largo del texto (Larrivee, 2008; Yalcin Arslan, 2019).

El análisis destaca la importancia de la escritura reflexiva como herramienta para promover la reflexión profunda y crítica en los docentes en formación (Ciampa y Gallagher, 2015). A través de la escritura de diarios, los futuros docentes pueden desarrollar habilidades metacognitivas, de pensamiento crítico y resolución de problemas, así como una mayor conciencia de sus creencias y valores educativos (Dyment y O'Connell, 2014; Nguyen et al., 2014).

Los resultados evidencian la relación entre la reflexión y la toma de decisiones pedagógicas fundamentadas. La residente no solo analizó críticamente su práctica, sino que también propuso cambios sustanciales basados en las necesidades de aprendizaje de los estudiantes (Liu, 2015; Saric y Steh, 2017). Este proceso refleja la capacidad de los docentes en formación para transformar su práctica a partir de la reflexión sistemática. Sin embargo, es crucial reconocer que el desarrollo de la capacidad reflexiva requiere un andamiaje y apoyo sistemático por parte de los formadores de docentes (Liu, 2015). Los resultados sugieren la necesidad de generar oportunidades estructuradas para la reflexión y acompañar a los residentes en la profundización de sus procesos reflexivos.

Desde una perspectiva práctica, los resultados sugieren la necesidad de implementar estrategias formativas que promuevan sistemáticamente la reflexión crítica. Los formadores de docentes deben generar espacios y andamiajes que faciliten el tránsito desde descripciones superficiales hacia reflexiones profundas y transformadoras (Saric y Steh, 2017).

Como reflexión final, este trabajo evidencia que la escritura reflexiva no es solo un registro de experiencias, sino una herramienta fundamental para el desarrollo profesional docente, capaz de promover la transformación de las prácticas pedagógicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bain, J. D., Mills, C., Ballantyne, R., y Packer, J. (2002). Developing reflection on practice through journal writing: Impacts of variations in the focus and level of feedback. *Teachers and Teaching*, *8*(2), 171-196. https://doi.org/10.1080/13540600220127368

Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Barham, K. A. (2023). The Use of Reflective Journals in the Development of Teaching Skills and Teacher Education in the Occupied West Bank. *Journal of Education in Muslim Societies*, *5*(1), 26-46. https://doi.org/10.2979/jems.2023.a911229

Beauchamp, C. (2015). Reflection in teacher education: issues emerging from a review of current literature. *Reflective practice*, *16*(1), 123-141. https://doi.org/10.1080/14623943.2014.9825 25

Ciampa, K., y Gallagher, T. L. (2015). Blogging to enhance in-service teachers' professional learning and development during collaborative inquiry. *Educational Technology Research and Development*, *63*, 883-913. https://doi.org/10.1007/s11423-015-9404-7

Dyment, J. E., y O'Connell, T. S. (2014). When the ink runs dry: Implications for theory and practice when educators stop keeping reflective journals. *Innovative Higher Education*, *39*, 417-429. https://doi.org/10.1007/s10755-014-9291-6

Farrell, T. S. (2015). *Promoting teacher reflection in second language education: A framework for TESOL professionals.* Routledge.

Hatton, N., y Smith, D. (1995). Reflection in teacher education: Towards definition and implementation. *Teaching and Teacher Education*, *11*(1), 33-49. https://doi.org/10.1016/ 0742-051X(94)00012-U

Jay, J. K., y Johnson, K. L. (2002). Capturing complexity: A typology of reflective practice for teacher education. *Teaching and Teacher Education*, *18*(1), 73-85. https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00051-8

Lara Subiabre, B. (2019). Perfiles reflexivos de profesores en formación inicial de Ciencias Naturales. *Revista Educación*, *43*(2), 1-17. https://doi.org/10.15517/revedu.v43i2.31852

Larrivee, B. (2008). Development of a tool to assess teachers' level of reflective practice. *Reflective Practice*, *9*(3), 341-360. https://doi.org/10.1080/14623940802207451

Liu, K. (2015). Critical reflection as a framework for transformative learning in teacher education. *Educational review*, *67*(2), 135-157. https://doi.org/10.1080/00131911.2013.8 39546

Loughran, J. J. (2002). Effective reflective practice: In search of meaning in learning about teaching. *Journal of Teacher Education*, *53*(1), 33-43. https://doi.org/10.1177/0022487102053001004

Nguyen, Q. D., Fernandez, N., Karsenti, T., y Charlin, B. (2014). What is reflection? A conceptual analysis of major definitions and a proposal of a five-component model. *Medical education*, *48*(12), 1176-1189. https://doi.org/10.1111/medu.12583

Sánchez-Martí, A., Puig, M. S., Ruiz-Bueno, A., y Regós, R. A. (2018). Implementation and assessment of an experiment in reflective thinking to enrich higher education students' learning through mediated narratives. *Thinking Skills and Creativity*, *29*, 12-22. https://doi.org/10.1016/ j.tsc.2018.05.008

Saric, M., y Steh, B. (2017). Critical reflection in the professional development of teachers: Challenges and possibilities. *CEPS journal*, *7*(3), 67-85. https://doi.org/10.25656/01:14908

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Routledge.

Smith, J., y Doe, A. (2020). Improving reflective practice: A documentation rubric for mentoring preservice and in-service teachers. *Journal of Educational Practice*, *15*(2), 123-145. https://doi.org/10.1080/10901027.2018.1463321

Stake, R. E. (2020). *Investigación con estudio de casos*. Morata.

Tagle Ochoa, T., Díaz Larenas, C., Alarcón Hernández, P., Quintana Lara, M., y Ramos Leiva, L. (2017). Escritura para la reflexión pedagógica: rol y función del Diario del Profesor en Formación en las Prácticas Iniciales. *Estudios pedagógicos* (Valdivia), *43*(2), 331-348. https://doi.org/ 10.4067/S0718-07052017000200019

Thorpe, K. (2004). Reflective learning journals: From concept to practice. *Reflective practice*, *5*(3), 327-343. https://doi.org/10.1080/1462394042000270655

Töman, U. (2017). Investigation to Improve the Process of Pre-Service Teachers' Reflective Thinking Skills through an Action Research. *Universal Journal of Educational Research*, *5*(9), 1535-1548. http://doi.org/10.13189/ujer.2017.050911

Wagle, T., y Sah, B. (2023). Reflective Letters to Navigate the Pandemic: Exploring Emotions to Strengthen our Leadership Practices as Educators. *Qualitative Report*, *28*(4), 1137-1152. https://doi.org/10.29333/ajqr/13241

Yalcin Arslan, F. (2019). Reflection in pre-service teacher education: exploring the nature of four EFL pre-service teachers' reflections. *Reflective Practice*, *20*(1), 111-124.https://doi.org/10.1080/14623943.2018.1564652

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1jFIFch4jBLzA1XISZOCSgRIKYBQNm38I/view

ISBN 978-987-47159-9-9

CÓMO DETERMINAR LOS DATOS DE EQUILIBRIO EN FORMA GRÁFICA

Pedro Agustín Flores

Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
paflores@campus.ungs.edu.ar

M. Rosario Soriano

Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
mrs2105@gmail.com

Resumen

Presentamos una forma diferente de abordar el tema de *equilibrio químico,* en el aula. Este tema exige conocimientos de termodinámica y resoluciones matemáticas que pueden complicar su presentación. Introducir el tema a través de gráficos y el uso de una hoja de cálculo puede ayudar a comprender mejor y manejar con mayor profundidad los conceptos. Sobre todo, cuando son los mismos alumnos los que realizan y analizan los gráficos, desarrollan las ecuaciones y sacan conclusiones. Con planillas de cálculo se pueden efectuar un conjunto de cálculos y gráficos que de otro modo podrían llevar mucho tiempo. Hoy la resolución de problemas no debería residir en la dificultad de resolver ecuaciones cúbicas o cuartas, integrales complicadas o despejes extensos. Graficar funciones puede ayudar a comprender mejor el comportamiento de los parámetros que intervienen en una reacción química. Tener un problema resuelto en una hoja de cálculo permite realizar variaciones de parámetros en forma simple. Se puede ver cómo cambia la función en caso de tener un *ΔG* negativo o positivo o si el valor es grande o pequeño. Se pueden repetir cálculos a diferentes temperaturas, presión o volumen con un mínimo costo de tiempo. Todo esto suma para un análisis valioso.

Palabras clave: *equilibrio químico; termodinámica; función de Gibbs, función de Helmholtz; potencial químico*

1. INTRODUCCIÓN

Una ecuación general del tipo aA + bB + ... ⇋ rR + sS + … suele ser el inicio del tema equilibrio químico en los textos de Química, y a la constante de equilibrio le corresponde la expresión:

$$K = \frac{[R]^r \times [S]^s \times \cdots}{[A]^a \times [B]^b \times \cdots} \quad (1)$$

basada en el producto de las concentraciones (o presiones, para gases) de los productos de la reacción en el numerador mientras que en el denominador aparece el producto de las concentraciones (o presiones, para gases) de los reactivos de la reacción. Cada uno elevado a los coeficientes estequiométricos correspondientes. (Brown, 2014; Chang, 1999; Whitten, 1998)

El capítulo de equilibrio en estos textos suele presentar una explicación sobre cómo resolver problemas de equilibrio. Para esto un instructivo general supone escribir la reacción con los coeficientes estequiométricos correspondientes, seguido de la constante de equilibrio. Luego identificar la variable desconocida que se quiere calcular. Ésta podría ser la concentración (o la presión) de alguna de las especies en el equilibrio, que está relacionada con las otras concentraciones (presiones) por la estequiometría de la reacción. Pero puede averiguarse también *el cambio* que ocurre en la concentración durante la evolución de la reacción, que habitualmente llamamos x, hasta que se alcanza el equilibrio. También es común utilizar el avance de la reacción ξ para la expresión $n_i - n_i^0 = \nu_i \xi$, donde ν_i es el coeficiente estequiométrico ($\nu_i < 0$ para productos y $\nu_i < 0$ para reactivos). Reemplazando los valores de las concentraciones iniciales del problema y la variable ξ en la expresión de la constante, resolver el problema radica en averiguar el valor de la incógnita. Esto puede significar resolver una cuadrática o tal vez una ecuación más compleja.

ISBN 978-987-47159-9-9

Los libros de texto de Fisicoquímica, si bien también parten de un planteo para una reacción general (aA+ bB + ... ⇋ rR + sS + …), proponen como condición de equilibrio: $\sum_i \nu_i \mu_i = 0$. El tema se aborda desde el potencial químico (μ_i) y la función de energía libre de Gibbs (G), ya que fuera del equilibrio a G le corresponde a lo largo de la reacción un valor $G = \sum_i \nu_i \mu_i$. A partir de este planteo se demuestra por qué la expresión de la constante de equilibrio es la que conocemos sin necesidad de imponerla (Engel y Reid, 2006; Fernández Prini et al., 2005; Levine, 2004), como ocurre en los textos de Química General. La expresión para el potencial químico en el caso de gases ideales corresponde a:

$$\mu_i(T) = \mu_i^{\ominus}(T) + RT \ln\left(\frac{p_i}{p^{\ominus}}\right) \qquad (2)$$

En este trabajo queremos partir de desarrollar la función de Gibbs para una reacción química homogénea en estado gaseoso y graficar $G(p,T)$ en función del avance de la reacción para ver cómo el mínimo que aparece en el gráfico de la función resuelve los valores de presiones en el equilibrio para reactivos y productos. (Clugston, 1990; Quilez, 2011; Treptow, 1996) Esto mismo se puede repetir con la función de Helmholtz, $A(V,T)$. Hacer ambos análisis permiten ver cómo trabajar a presión constante o a volumen constante dará un mismo valor para la constante de equilibrio. (Raff, 2014)

2. PLANTEO DE UN CASO EN PARTICULAR

Consideramos adecuado comenzar con una reacción sencilla que no presente complicaciones de cálculos y hacer una aproximación de idealidad de los gases. Se pueden agregar reacciones más complejas o se las puede abordar en el curso más adelante si el tiempo y la formación de base de los estudiantes lo permite. Incluso se podría dividir el curso en grupos y adjudicar diferentes casos a cada grupo. Este ejemplo sencillo que elegimos es una reacción que aparece en diferentes textos, donde se parte de un único reactivo y un único producto, ambos gaseosos, lo que simplifica los cálculos.

N_2O_4 (g) ⇋ 2 NO_2 (g)

$n^0 - \xi$ $\qquad$ 2ξ $\qquad\qquad\qquad\qquad$ $n_T = n^0 - \xi$

Elegimos que esta reacción parta de n^0 moles de N_2O_4, que podría ser 1 mol para simplificar los cálculos, pero podría tomar cualquier valor. Por otra parte, $\Delta G^{\ominus}$ a 298,15 K para esta reacción es 4730 J/mol, por lo que la constante a esa temperatura da:

$$\ln K = -\frac{\Delta G^{\ominus}}{RT} \quad \Longrightarrow \quad K = 0{,}1482 \qquad (3)$$

La función $G(p,T)$ correspondiente a la reacción seleccionada tiene la expresión:

$$G = n^0 \mu_{N_2O_4}^{\ominus} + \xi \Delta G^{\ominus} + (n^0 - \xi) RT \ln\left(\frac{p_{N_2O_4}}{p^{\ominus}}\right) + 2\xi RT \ln\left(\frac{p_{NO_2}}{p^{\ominus}}\right) \qquad (4)$$

En la ecuación podemos distinguir dos aportes: primero el $\Delta G^{\ominus}$ de la reacción misma y luego el que corresponde a la mezcla, que siempre ocurre entre gases. Esa mezcla es responsable del mínimo en la curva del gráfico de $G(p,T)$ vs ξ. Las presiones de cada gas se pueden reemplazar por la fracción molar correspondiente y la presión total, que es constante, e igual a 1 bar en este caso. La función de Gibbs la analizamos a presión y temperatura constante.

$$x_{N_2O_4} = \frac{n^0 - \xi}{n^0 + \xi} \qquad \text{y} \qquad x_{NO_2} = \frac{2\xi}{n^0 + \xi} \qquad (5)$$

Así obtenemos:

$$G = n^0 \mu_{N_2O_4}^{\ominus} + \xi \Delta G^{\ominus} + (n^0 - \xi) RT \ln\left(\frac{n^0 - \xi}{n^0 + \xi} \cdot \frac{p_T}{p^{\ominus}}\right) + 2\xi RT \ln\left(\frac{2\xi}{n^0 + \xi} \cdot \frac{p_T}{p^{\ominus}}\right) \qquad (6)$$

ISBN 978-987-47159-9-9

donde $\mu^{\ominus}_{N_2O_4}$ es un dato tabulado. Se puede reordenar la ecuación utilizando las propiedades del ln y separar el término que contenga la presión total p_T (1 bar), ya que sabemos que el ln de 1 anula ese término.

$$G - n^0\mu^{\ominus}_{N_2O_4} = \xi\Delta G^{\ominus} + (n^0 - \xi)RT\ln\left(\frac{n^0 - \xi}{n^0 + \xi}\right) + + 2\xi RT\ln\left(\frac{2\xi}{n^0 + \xi}\right) + (n^0 + \xi)RT\ln\left(\frac{p_T}{p^{\ominus}}\right) \quad (7)$$

Así el último término sólo queda en la ecuación (7) en caso que tratemos una p_T diferente de 1 bar. La ecuación nos permite seguir reorganizando los términos con ln y obtenemos:

$$G - n^0\mu^{\ominus}_{N_2O_4} = \xi\Delta G^{\ominus} + (n^0 - \xi)RT\ln\left(\frac{n^0 - \xi}{n^0 + \xi}\right) + 2\xi RT\ln\left(\frac{2\xi}{n^0 + \xi}\right) \quad (8)$$

En caso de un cálculo con una presión diferente de 1 bar, quedará el término $\ln(p_T/p^{\ominus})$ y se puede hacer un análisis a diferentes presiones. Si $p_T > 1$ bar, el mínimo se desplazaría hacia reactivos y, por el contrario, para $p_T < 1$ bar, el desplazamiento sería hacia productos (para esta reacción). Este análisis resulta termodinámicamente más apropiado que justificar con Le Châtelier. (Quilez, 2011)

Para calcular los valores de $\left(G - n^0\mu^{\ominus}_{N_2O_4}\right)$, se puede utilizar una hoja de cálculo, tal como se muestra en la **TABLA I**, y con estos datos se puede armar el gráfico de la **FIGURA 1**, donde se ve claramente un mínimo que próximo al eje de las ordenadas. Esto se relaciona con que el equilibrio para esta reacción se alcanza con poca formación de producto, una constante pequeña que tiene que ver con el valor $\Delta G^{\ominus}$, grande y positivo. Claramente el valor de $\xi = 0{,}19$ puede ajustarse y aproximarse al mejor valor tanto como queramos ya que con una hoja de cálculos hacer esto es muy sencillo.

TABLA I *Datos correspondientes a las curvas de $G(p,T)$ vs ξ (a) y $A(V,T)$ vs ξ (b), con ξ_{min} remarcado en color.*

Avance ξ (mol)	*$G(p,T)$ (J)*
0	0,000
0,1	-819,186
0,19	-948,009
0,2	-946,412
0,3	-803,980
0,4	-476,736
0,5	-0,515
0,6	608,839
0,7	1348,271
0,8	2228,338
0,9	3286,374
1	4730,000

(a)

Avance ξ (mol)	*$A(V,T)$ (J)*
0	-2460,471
0,1	-3265,952
0,17	-3366,578
0,2	-3356,919
0,3	-3157,558
0,4	-2754,307
0,5	-2184,367
0,6	-1464,766
0,7	-599,591
0,8	420,802
0,9	1632,934
1	3243,703

(b)

En este caso encontramos un valor de avance $\xi_{min} = 0{,}189$, con el que calculamos las fracciones molares y a partir de esos valores conocemos las presiones de cada uno de los gases en el equilibrio y calculamos la constante de equilibrio. Con este ese valor (mínimo) para el avance se obtiene:

ISBN 978-987-47159-9-9

$$K = 0{,}1482 = \frac{2\xi_{min}^2}{1-\xi_{min}^2} \cdot \frac{p_T}{p^\ominus} \quad (9)$$

que es el mismo que el obtenido a partir de $\Delta G^\ominus$ en la ecuación (3).

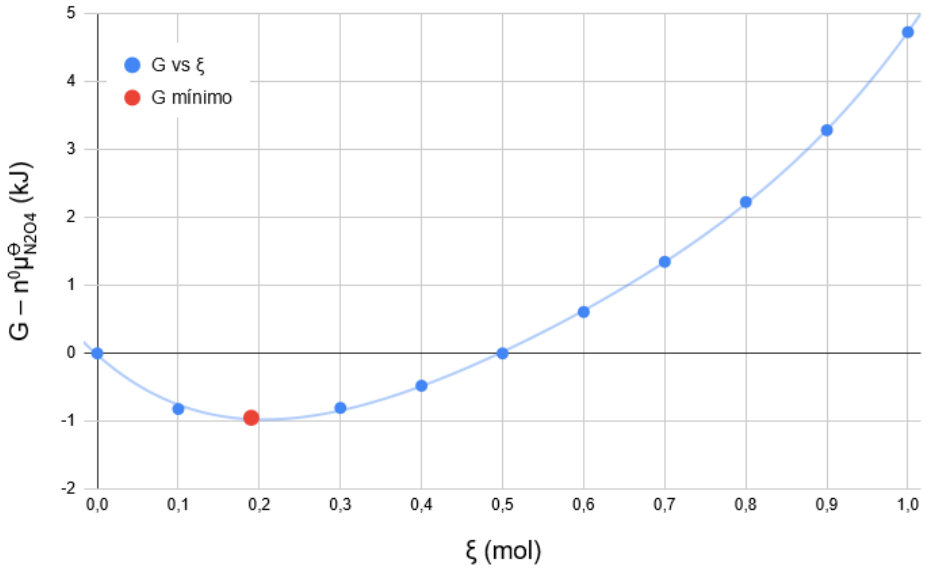


FIGURA 1. $\left(G - n^0\mu^\ominus_{N_2O_4}\right)$ *vs* ξ *para la reacción* $N_2O_4 \leftrightharpoons 2\ NO_2$, *con* $\xi_{min} = 0{,}19$

Dado que en el gráfico de $G(p,T)$ aparece un mínimo podemos decir que la pendiente antes y después del mínimo de la curva indica que las reacciones que alcanzan un equilibrio tienden espontáneamente *al equilibrio*; desde los reactivos a productos tal como escribimos la reacción para valores de avance menores al valor de avance del equilibrio (0,19 en este caso) o tienden a llegar al equilibrio desde los productos a los reactivos para valores de avance mayores al valor de avance del equilibrio (0,19).

Las ecuaciones que desarrollamos son válidas para cualquier reacción A (g) ⇋ 2 B (g). Se puede plantear entonces qué ocurre con estos gráficos si $\Delta G^\ominus$ tomase valores 10, 100 veces menores o mayores o qué pasa si toma valores negativos. Se pueden probar diferentes valores de n^0 y de presión. Todo se va a reflejar en cambios en las curvas de la función $G(p,T)$.

3. CÁLCULO A PARTIR DE LA FUNCIÓN DE HELMOLTZ

Proponemos repetir los cálculos, pero considerando ahora que el volumen es constante y no la presión, elegimos en este caso la función de Helmholtz $A(V,T)$. Recordemos que:

$$A(V,T) = G(p,T) - pV = G - (n^0 + \xi)RT \quad (10)$$

y reemplazando en la ecuación (7):

$$A - n^0\mu^\ominus_{N_2O_4} = \xi\Delta G^\ominus + (n^0 - \xi)RT\ln\left(\frac{n^0-\xi}{n^0+\xi}\right) + + 2\xi RT\ln\left(\frac{2\xi}{n^0+\xi}\right) + (n^0+\xi)RT\ln\left(\frac{p_T}{p^\ominus}\right) - (n^0+\xi)RT \quad (11)$$

En esta ecuación reemplazamos la presión total p_T por $(n^0 + \xi)RT/V$, con un valor de volumen constante e igual a 24,77 L (volumen de 1 mol inicial de N_2O_4 a 1 bar de presión) para facilitar los cálculos dada la estequiometría de la reacción. Ese volumen se mantendrá constante durante la experiencia, con la que la presión variando de acuerdo al cambio de número de moles gaseosos.

ISBN 978-987-47159-9-9

$$A - n^0\mu^{\ominus}_{N_2O_4} = \xi\Delta G^{\ominus} + (n^0 - \xi)RT\ln\left(\frac{n^0 - \xi}{n^0 + \xi}\right) + \\ + 2\xi RT\ln\left(\frac{2\xi}{n^0 + \xi}\right) + (n^0 + \xi)RT\ln\left(\frac{(n^0 + \xi)RT}{p^{\ominus}V}\right) - (n^0 + \xi)RT \quad (12)$$

Lo que ahora habrá que graficar es la función $A(V,T)$ vs el avance, obteniendo así el gráfico que se presenta en la **FIGURA 2** y se construye como se hizo para la función $G(p,T)$ de la ecuación (8), donde el valor para $\xi_{min} = 0{,}17$ no es el mismo valor que se obtuvo con la función $G(p,T)$. Con este nuevo valor se puede calcular la presión de equilibrio y la constante de equilibrio. Como se tratan de funciones de estado y la constante de equilibrio se refiere a la misma reacción y a la misma temperatura considerando gases ideales, esperamos el mismo valor.

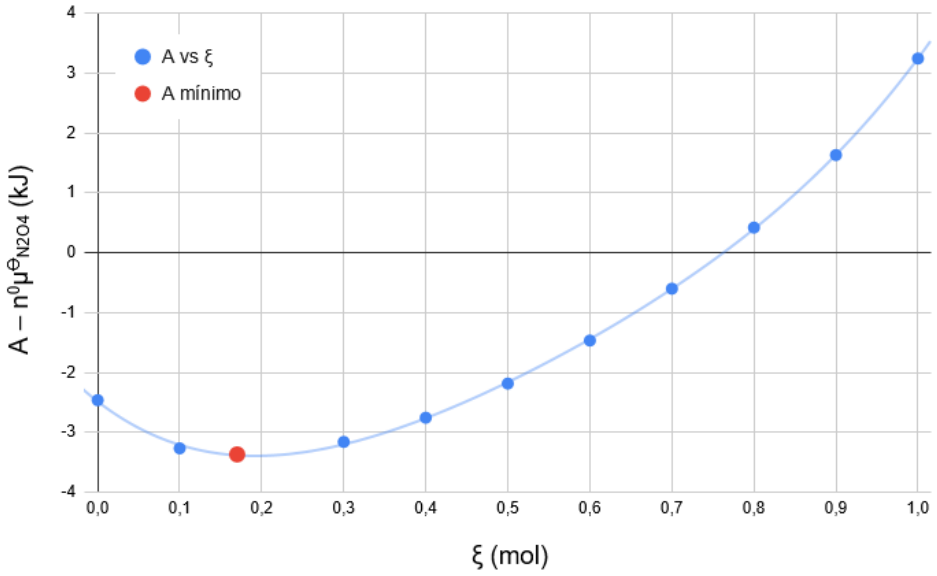


FIGURA 2. $\left(A - n^0\mu^{\ominus}_{N_2O_4}\right)$ *vs* ξ *para la reacción* $N_2O_4 \leftrightharpoons 2\,NO_2$, *con* $\xi_{min} = 0{,}17$

La presión de equilibrio ya no será 1 bar como en el caso anterior. Debería ser una presión mayor a 1 bar en el equilibrio porque es una reacción de 1 mol de gas que da 2 moles de gas. Para calcular la presión correspondiente a ξ_{min} debemos tener en cuenta que $p_T = n_T RT/V$ y que el número total de moles en esta reacción es siempre $(n^0 + \xi)$. Además, como en el caso de $G(p,T)$, se puede ajustar el valor de ξ_{min} y encontramos que $\xi_{min} = 0{,}175$ da $K = 0{,}1488$, que ajusta bien con el valor hallado a partir del $\Delta G^{\ominus}$. La presión de equilibrio usando $\xi = 0{,}175$ da 1,175 bar.

4. EL SIGNIFICADO DEL MÍNIMO EN LAS FUNCIONES G Y A

Tanto en la curva de $G(p,T)$ como en la de $A(V,T)$ buscamos identificar el punto que corresponde al mínimo de las mismas, el valor de ξ_{min} que corresponde al menor valor de G o A. Sabemos que ese valor corresponde al punto del equilibrio de la reacción en el caso de las funciones $G(p,T)$ y $A(V,T)$. Esto se debe a que necesitamos identificar el punto de la curva para la que la pendiente da cero lo que significa que se ha alcanzado el equilibrio. Las pendientes de estas curvas son por supuesto las derivadas de la función en cada punto. Hasta aquí no habíamos hablado de derivadas porque las bases matemáticas de los alumnos pueden ser insuficientes. Si los estudiantes saben derivar las ecuaciones, tanto G como A, sería interesante profundizar el tema.

En caso que se pueda abordar el tema desde el uso de derivadas es importante mostrar que lo que debe ser cero es $\partial G/\partial\xi$ (o $\partial A/\partial\xi$) y no corresponde llamarlo ΔG ya que no se trata de la diferencia entre dos

ISBN 978-987-47159-9-9

valores de G sobre la curva. Para reforzar este hecho, podemos mostrar que dos puntos que corresponden a valores diferentes de ξ pueden dar valores idénticos para $G(p,T)$, y el valor de ΔG para esos puntos sería cero, pero sin corresponder con el mínimo de la curva, tal como se ve en la **FIGURA 3**. Un punto muy interesante para analizar con los estudiantes.

Hay que tener en cuenta que, si los estudiantes se desempeñan bien con herramientas matemáticas como derivadas, pendientes de curvas, o encontrar la ecuación que ajusta la curva, se podrán calcular las derivadas de $G(p,T)$ y de $A(V,T)$. Resolver las ecuaciones cuando estas derivadas se igualan a cero y obtener de allí el valor de avance que permite hacer el cálculo de la constante y entender la importancia de comprender que el equilibrio se alcanza en el punto en el que la derivada de estas curvas se anula.

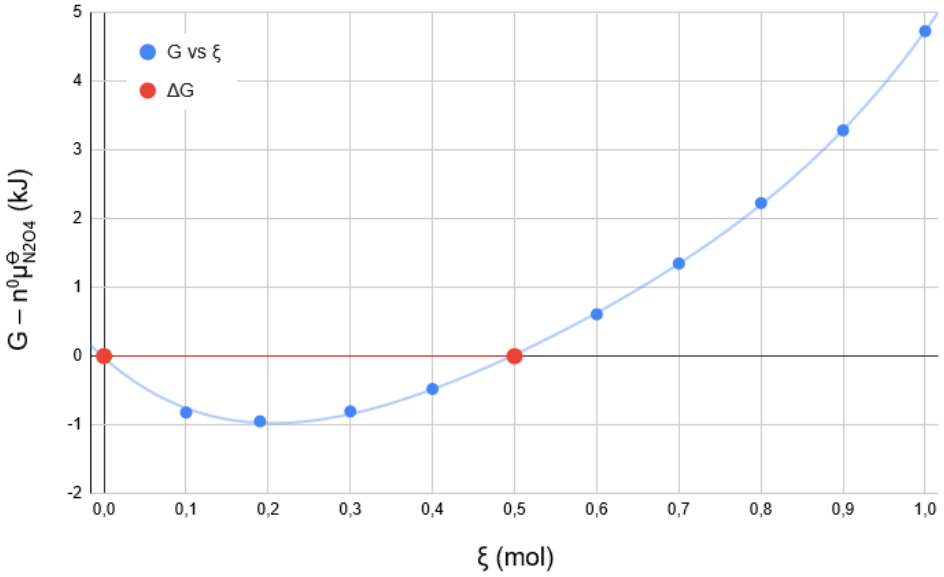


FIGURA 3. $\left(G - n^0\mu^{\ominus}_{N_2O_4}\right)$ *vs* ξ *para la reacción* $N_2O_4 \leftrightharpoons 2\ NO_2$, *con* $\Delta G = G_2 - G_1 = 0$

5. CONCLUSIONES

El desarrollo de los gráficos correspondientes a las funciones $G(p,T)$ y $A(V,T)$ realizados por los propios alumnos los ayuda a apropiarse del tema. Al manipular los datos pueden verificar los cambios que se producen en un gráfico variando $\Delta G^{\ominus}$ (o de $\Delta A^{\ominus}$) u otras variables (como la temperatura, la presión, el volumen, etc.). Esto les permite ver el efecto de estas variaciones sobre las curvas (y por lo tanto sobre los resultados), así como hacer un análisis de cómo y cuándo se pueden variar estos parámetros. Por ejemplo $\Delta G^{\ominus}$ toma diferentes valores a diferentes temperaturas, esto se debe tener en cuenta y puede agregarse al ejercicio el cálculo a otra temperatura. Si se van a analizar cambios en $\Delta G^{\ominus}$, será necesario resolver las ecuaciones correspondientes, ya que sólo las hemos desarrollado para una reacción del tipo A ⇋ 2 B. Todo esto es importante hacerlo notar y sumar la práctica de resolver las ecuaciones para diferentes reacciones completará el tema.

Contar con una planilla de cálculos permite pasar fácilmente de la función $G(P,T)$ a $A(V,T)$ y comparar resultados. Esto sin dudas le da al tema equilibrio químico una ampliación que enriquece los contenidos de la asignatura. Permite además apreciar que las funciones de estado son tales que estas dos funciones (G y A) nos conducen sin duda a un único valor de la constante de equilibrio para cada reacción química.

Finalmente, para cursos más introductorios, donde los estudiantes ven por primera la función de Gibbs, podría resultar interesante y formativo mostrar que la condición de equilibrio químico es una consecuencia directa de la minimización de la energía libre de un sistema. En estas condiciones, quizás las ecuaciones (4) a (11) puedan ser intimidantes o incluso inabordables dentro del programa académico. Aquí es donde toma vigor la tarea del

ISBN 978-987-47159-9-9

docente, quien debería adecuar los contenidos de acuerdo a las necesidades, fortalezas y debilidades de su público.

Ya ha pasado un cuarto del siglo XXI y estos cambios en contenidos para una carrera de ingeniería son valiosos hoy en nuestras universidades.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Marina Catalano por su valiosa ayuda y su gran predisposición a responder nuestras consultas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J. y Woodward, P. M. (2014). *Química, la ciencia central*. Pearson Educación.

Chang, P. (1999). *Química*. McGraw-Hill Interamericana Editores.

Clugston, M. (1990). A Mathematical Verification of the Second Law of Thermodynamics from the Entropy of Mixing. *Journal of Chemical Education, 67*, 203 – 205. https://doi.org/10.1021/ed067p203

Engel, T., Reid, P. (2006). *Química Física*. Pearson Educación.

Fernández Prini, R., Marceca, E. y Corti, H. (2004). *Materia y moléculas*. Eudeba.

Levine, I. N. (2004). *Fisicoquímica*. McGraw-Hill Interamericana Editores.

Quilez, J. (2011). First-Year University Chemistry Textbooks' Misrepresentation of Gibbs Energy. *Journal of Chemical Education, 89*, 87 – 93. https://doi.org/10.1021/ed100477x

Raff, L. (2014). Spontaneity and Equilibrium III: A History of Misinformation. *Journal of Chemical Education, 91*, 2128 – 2136. https://doi.org/10.1021/ed500253e

Treptow, R. (1996). Free Energy versus Extent of Reaction: Understanding the Difference between ΔG and ∂G/∂ξ. *Journal of Chemical Education, 73*, 51 – 54. https://doi.org/10.1021/ed073p51

Whitten, K. W., Davis, R. E. y Peck, M. L. (1998). *Química general*. McGraw-Hill Interamericana Editores.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/16z-84O98TOSZlMMMKt00q7311YlYMGju/view

ISBN 978-987-47159-9-9

SABERES COTIDIANOS EN UN PROYECTO DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA EN UNA ESCUELA RURAL DE MALARGÜE: FORTALECIMIENTO DE VÍNCULOS EDUCATIVOS

Iris Dias

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
irisvdias@gmail.com

Rodrigo Sánchez

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
rodrigo09mza@gmail.com

Miriam Fraile

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
miriamdeborafraile@hotmail.com

Resumen

En este trabajo se describe una intervención áulica en un Proyecto de Extensión desarrollado por la Universidad Nacional de Cuyo en el marco de la convocatoria "Universidad, Cultura y Territorio 2022". Este proyecto involucró a varias cátedras y se centró en la realización de actividades educativas en la escuela rural Mapu Mahuida, ubicada en el departamento de Malargüe en la provincia de Mendoza. A través del proyecto se promovió el diálogo de saberes y la co-construcción de conocimientos y, particularmente, desde la Química mediante prácticas experimentales se llevó a cabo una propuesta didáctica sobre el test de alcoholemia y la exploración de ácidos y bases utilizando indicadores de pH. Al finalizar las actividades, para contar con la valoración por parte de los estudiantes, se aplicó una encuesta y los principales resultados indicaron que los saberes abordados fueron comprendidos y se valoró positivamente incluir experiencias prácticas de este tipo contribuyendo al aprendizaje. Además, se manifestó el deseo generalizado de continuar con este tipo de propuestas didácticas, destacando que el aprendizaje es más ameno y comprensible. Asimismo, el proyecto logró establecer vínculos entre la comunidad educativa y los actores universitarios promoviendo un aprendizaje significativo y aplicable a la vida cotidiana.

Palabras clave: *Proyecto de Extensión Universitario; cultura y territorio*; *Química y prácticas experimentales; diálogo de saberes; Aprendizaje y vida cotidiana.*

1. INTRODUCCIÓN

Una de las funciones sustantivas de la Universidad es la extensión y se trata de “un término polisémico que, según cómo se entienda, es asumido como vinculación, articulación, transferencia cultural o tecnológica, entre la universidad y la sociedad”. (Tommasino y Cano, 2016 citado en Nudelman et al., 2021, p.5)

En torno a la extensión se reúnen estudiantes y docentes y se generan diversas condiciones que posibilitan realizar seguimientos, así como también monitorear y evaluar el proceso propiciando el aprendizaje colectivo. (Tommasino y Cano, 2016 citado en Nudelman et al., 2021)

Asimismo, al llevar a cabo actividades de extensión se fortalecen vínculos entre organizaciones, comunidades, docencia e investigación en el que se promueve el desarrollo académico al abordar diversas problemáticas promoviéndose la integralidad de funciones de docencia, investigación y extensión. (UdelaR, 2010, en Tommasino y Cano, 2016 citado en Nudelman et al., 2021)

Teniendo en cuenta la importancia y relevancia de la extensión y la oportunidad de llevar a cabo proyectos que aporten en ese sentido, fue que se trabajó en el marco del Proyecto “Diversidad biogeocultural” (EU71-UNCU17110) de la Convocatoria “Universidad, Cultura y Territorio 2022” de la Secretaría de Políticas

ISBN 978-987-47159-9-9

Universitarias de la Nación, se consiguió el otorgamiento de financiamiento para la ejecución (RESOL. 419/2023 SPU) y desde la Universidad Nacional de Cuyo se participó en dicha convocatoria. El proyecto fue desarrollado junto a la Escuela Secundaria rural albergue N° 4-026 Mapu Mahuida, del paraje de Bardas Blancas en el departamento de Malargüe, provincia de Mendoza y el objetivo del proyecto fue promover el diálogo de saberes entre conocimientos populares y académicos en torno a la diversidad biológica, geológica, paleontológica y cultural del entorno al paraje de Bardas Blancas en el departamento de Malargüe, Provincia de Mendoza.

Por otro lado, el proyecto se vinculó con el Programa de Nacionalización e Internacionalización en Casa (NIC, Modelo II: Movilidad Docente e Internacionalización del Currículum) que en 2023 se denominó “Miradas en torno a la naturaleza (s): bien común o recurso natural, el gran dilema. El caso del departamento de Malargüe, Mendoza” (RESOL. 1013/2023). El mismo vincula diversas unidades académicas de la Universidad Nacional de Cuyo e instituciones del departamento de Malargüe, entre las que se incluyó la escuela Mapu Mahuida. Las cátedras que intervinieron fueron “Taller de Preparación de Prácticas de Laboratorio en Química”, de la carrera de Profesorado de Grado Universitario en Ciencias Básicas con orientación en Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, “Geografía Ambiental” y de “Geografía Política”, ambas de la carrera de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras; la cátedra de “Biología”, de la carrera de Profesorado Universitario de Química, de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (sede San Rafael); la cátedra de “Geología Ambiental”, de la carrera de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (sedes Mendoza y Malargüe); la Tecnicatura en Conservación de la Naturaleza del Instituto de Educación Física IEF 9016 Dr. Jorge Coll, (sede Malargüe); la Comunidad Malawache; la Escuela Secundaria Mapu Mahuida y la Dirección de Turismo de la Municipalidad de Malargüe.

Cabe destacar que la escuela mencionada anteriormente corresponde al contexto de aplicación cuya matrícula es cercana a cien y los estudiantes provienen de la zona rural del departamento de Malargüe. Es una escuela albergue que comparte edificio con la escuela primaria Peregrina Cantos, intercalando períodos de clases quince días al mes. Las familias de la comunidad educativa viven o provienen de la zona rural, por lo tanto, los estudiantes conocen la forma de vida en el campo y también saben realizar diferentes trabajos vinculados con animales, cultivo de huertas, especies forrajeras y atención de turistas.

Teniendo en cuenta el propósito educativo de la escuela y su orientación al conocimiento del ambiente y al equilibrio entre éste y las prácticas agropecuarias, se contempló la multiplicidad de saberes de una manera abierta y dinámica para que los estudiantes puedan pensar su futuro, en un mundo cambiante.

La mayor parte de los y las alumnas universitarias carecen, en la actualidad, de una verdadera formación para el trabajo interdisciplinario y el encuentro con otros saberes que permita la co-construcción de nuevos conocimientos. Es por este motivo que se plantea el trabajo partiendo de una problemática compleja factible de ser abordada desde diferentes saberes académicos y no académicos. (RESOL. 1013/2023, p.7)

Por ello, los objetivos clave reflejan la necesidad de crear conexiones entre instituciones, valorar la diversidad de perspectivas y culturas, y profundizar en la comprensión de dinámicas ambientales esenciales en territorios del sur de la provincia de Mendoza (Informe de campo multidisciplinario, 2023).

Entre los objetivos generales de la propuesta, se destacan crear lazos inter-institucionales de trabajo y colaboración y valorar la importancia de la desterritorialización de la educación universitaria y superior y en cuanto a las capacidades a desarrollar en los estudiantes cabe mencionar la co-construcción de saberes y propuestas de trabajo y acción junto a alumnos/alumnas, docentes y referentes institucionales y comunitarios; el fortalecimiento de la formación interdisciplinaria en los alumnos de grado y el conocimiento y aplicación de herramientas de intervención y trabajo en territorio, y en distintos contextos (RESOL. 1013/2023).

Particularmente, en este trabajo se presentarán los aportes realizados desde la cátedra de “Taller de Preparación de Prácticas de Laboratorio en Química”, de la carrera de Profesorado de Grado Universitario en Ciencias Básicas con orientación en Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. El objetivo general es relatar la intervención pedagógica-didáctica con saberes de Química llevada a cabo en una jornada presencial en la escuela N° 4-026 Mapu Mahuida realizando el aporte, desde la mencionada cátedra, en el Proyecto de Extensión.

2. METODOLOGÍA

ISBN 978-987-47159-9-9

En el marco de la macro propuesta formativa planteada en el Proyecto general, se llevaron a cabo jornadas de trabajo in situ. Particularmente, en el caso de la intervención realizada por la carrera del Profesorado de Grado Universitario en Ciencias Básicas con orientación en Química, se diseñó una propuesta didáctica de carácter fuertemente experimental con saberes de Química aplicada en la escuela N° 4-026 Mapu Mahuida, desde una perspectiva que motivó a la participación activa de los estudiantes. Las experiencias de laboratorio que se llevaron a cabo en el aula fueron dos. Por un lado, "Test de Alcoholemia a escala de laboratorio" cuya experiencia fue tomada y adaptada de un Taller denominado "El bar de la química" que se desarrolló en el marco de las Jornadas de enseñanza e investigación de las ciencias experimentales (JEICE 2023) y que estuvo a cargo de docentes de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis (FQByF – UNSL). Por otro lado, "Explorando ácidos y bases a partir de indicador de pH natural" (Serrano y García Molina, 2015), experiencia diseñada por dos estudiantes avanzados del mencionado Profesorado de la FCEN-UNCUYO, en el marco del espacio curricular Taller de Preparación de Prácticas de Laboratorio en Química perteneciente al Plan de Estudios de dicha carrera.

Se realizaron las adaptaciones para las experiencias de pH y test de alcoholemia a escala de laboratorio y, posteriormente, se efectuaron los ajustes de redacción del protocolo a seguir. Los estudiantes del Profesorado fueron monitoreados por sus docentes tanto para probar y poner a punto las experiencias, como así también para la redacción de las actividades propuestas a los alumnos el día de la clase que se desarrolló en la escuela albergue.

Por tratarse de un proyecto mayor que implicó una visita, junto a estudiantes de otras carreras de la UNCUYO y también de un Instituto de Educación Superior de la Provincia de Mendoza, dicho proyecto por cronograma dispuso una serie de actividades específicas a realizar. En cuanto al tiempo insumido para llevar a cabo dichas actividades, a continuación, se describe lo realizado durante las tres jornadas propuestas:

Primera Jornada: Se realizó un recorrido por el Valle del río Salado explorando sitios de interés geológico y turístico en la región como la Colada Lávica del Infiernillo, la Laguna de la Niña Encantada, Los Molles, el Pozo de las Ánimas, Las Leñas y un Centro de Salud ubicado en los Molles.

Segunda Jornada: Se visitó La Payunia.

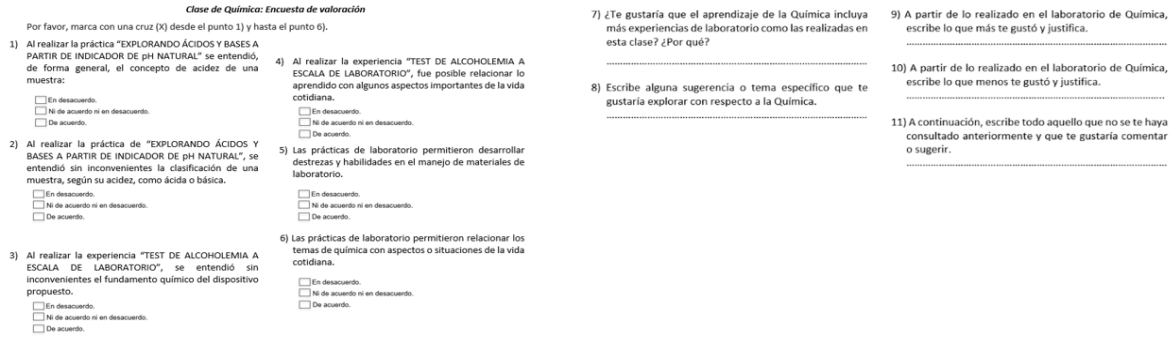
Tercera Jornada: Se visitó la Escuela Mapu Mahuida y se llevó a cabo una caminata guiada por los estudiantes de la escuela y un mapeo social y colectivo, sobre cómo perciben su territorio y cuáles son las zonas significativas para su cotidianeidad. Además, durante la clase de ese día, el alumnado de 3° Año conformado por un grupo de 15 estudiantes realizó, a partir de los protocolos entregados, las experiencias de laboratorio contando con el monitoreo de docentes de la Facultad y de uno de los estudiantes del Profesorado. Para desarrollar la intervención pedagógico didáctica, se comenzó explicando los aspectos teóricos en torno a pH, indicadores de pH y luego se identificó la acidez o basicidad de soluciones de laboratorio y también de sustancias de uso habitual en la vida cotidiana.

Para realizar la prueba de acidez o basicidad los estudiantes, en una primera instancia, emplearon el indicador de pH extraído de repollo morado y, posteriormente, lo hicieron con indicadores de pH de uso habitual en el laboratorio tales como fenolftaleína. Las muestras analizadas fueron las siguientes: vinagre de alcohol, solución de hidróxido de sodio, solución de ácido sulfúrico y limpiador cremoso Cif®.

Al finalizar esta experiencia, se realizó la puesta en común y se procedió a desarrollar la segunda parte de la clase para lo cual se abordó el marco teórico correspondiente al Test de Alcoholemia a escala de laboratorio y los reactivos químicos involucrados en la misma fueron: solución de ácido sulfúrico, solución de dicromato de potasio y alcohol etílico medicinal. Esta última experiencia fue de tipo demostrativa y se solicitó la colaboración a estudiantes voluntarios para dar respuestas a la siguiente pregunta: ¿cuál de los 2 matraces Erlenmeyer efectivamente contenía alcohol etílico medicinal (imitando el etanol presente en las bebidas alcohólicas y de allí la reacción positiva al soplar, a través de una boquilla o sorbete)? Por supuesto que fue el cambio de color experimentado en la muestra lo que permitió dar respuesta a esa pregunta y, a través del debate y puesta en común, el estudiante del Profesorado dirigió la discusión para extraer, finalmente, las conclusiones.

Finalizada la propuesta didáctica, se aplicó una encuesta como instrumento de recolección de datos que se utilizó para disponer de la información más relevante en torno a las percepciones y valoraciones de los estudiantes. Dicha encuesta contó con preguntas abiertas y cerradas las cuales se presentan en la FIGURA 1.

ISBN 978-987-47159-9-9



Clase de Química: Encuesta de valoración

Por favor, marca con una cruz (X) desde el punto 1) y hasta el punto 6).

1) Al realizar la práctica "EXPLORANDO ÁCIDOS Y BASES A PARTIR DE INDICADOR DE pH NATURAL" se entendió, de forma general, el concepto de acidez de una muestra:
☐ En desacuerdo. ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo. ☐ De acuerdo.

2) Al realizar la práctica de "EXPLORANDO ÁCIDOS Y BASES A PARTIR DE INDICADOR DE pH NATURAL", se entendió sin inconvenientes la clasificación de una muestra, según su acidez, como ácida o básica.
☐ En desacuerdo. ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo. ☐ De acuerdo.

3) Al realizar la experiencia "TEST DE ALCOHOLEMIA A ESCALA DE LABORATORIO", se entendió sin inconvenientes el fundamento químico del dispositivo propuesto.
☐ En desacuerdo. ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo. ☐ De acuerdo.

4) Al realizar la experiencia "TEST DE ALCOHOLEMIA A ESCALA DE LABORATORIO", fue posible relacionar lo aprendido con algunos aspectos importantes de la vida cotidiana.
☐ En desacuerdo. ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo. ☐ De acuerdo.

5) Las prácticas de laboratorio permitieron desarrollar destrezas y habilidades en el manejo de materiales de laboratorio.
☐ En desacuerdo. ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo. ☐ De acuerdo.

6) Las prácticas de laboratorio permitieron relacionar los temas de química con aspectos o situaciones de la vida cotidiana.
☐ En desacuerdo. ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo. ☐ De acuerdo.

7) ¿Te gustaría que el aprendizaje de la Química incluya más experiencias de laboratorio como las realizadas en esta clase? ¿Por qué?
.....

8) Escribe alguna sugerencia o tema específico que te gustaría explorar con respecto a la Química.
.....

9) A partir de lo realizado en el laboratorio de Química, escribe lo que más te gustó y justifica.
.....

10) A partir de lo realizado en el laboratorio de Química, escribe lo que menos te gustó y justifica.
.....

11) A continuación, escribe todo aquello que no se te haya consultado anteriormente y que te gustaría comentar o sugerir.
.....

FIGURA 1. *Encuesta de valoración aplicada a los estudiantes.*

3. RESULTADOS

A partir de las respuestas, se realizó el análisis de las mismas mediante el procesamiento de datos y a continuación, se presenta el análisis de los resultados más importantes y representativos de la muestra.

Para comenzar, en la TABLA I se muestran los resultados correspondientes a las preguntas cerradas teniendo en cuenta que las opciones propuestas en la encuesta fueron: "En desacuerdo", "Ni de acuerdo ni en desacuerdo" y "De acuerdo", tal como se mostró en la FIGURA 1.

TABLA I. *Encuesta de valoración: Resultados obtenidos para las preguntas cerradas.*

Explorando ácidos y bases a partir de indicador de pH natural	***Resultados expresados en porcentaje***
Entendimiento del concepto de acidez de una muestra.	100 % de acuerdo
Entendimiento clasificación de una muestra, según su acidez, como ácida o básica.	100 % de acuerdo
Test de alcoholemia a escala de laboratorio	***Resultados expresados en porcentaje***
Entendimiento sin inconvenientes del fundamento químico del dispositivo propuesto.	100 % de acuerdo
Relación de lo aprendido con algunos aspectos importantes de la vida cotidiana.	100 % de acuerdo
Prácticas de laboratorio	***Resultados expresados en porcentaje***
Desarrollo de destrezas y habilidades en el manejo de materiales de laboratorio.	100 % de acuerdo
Relación de los saberes de Química con aspectos o situaciones de la vida cotidiana.	100 % de acuerdo

A partir de los resultados se identificó que, en el conjunto de preguntas de tipo cerrado, el 100 % de los estudiantes manifestó estar "De acuerdo" en cuanto a que al realizar estas prácticas y experiencias de laboratorio se entendió el fundamento químico involucrado y, además, identificaron la relación de lo aprendido con algunos conceptos de la vida cotidiana.

Para el apartado de la encuesta que consultó opiniones generales (respuestas abiertas), el 93 % manifestó que sí les gustaría que el aprendizaje de la Química incluya más experiencias de laboratorio como las realizadas en esta propuesta. Entre las razones por las cuales a los estudiantes sí les gustaría que para aprender Química se propongan experiencias de laboratorio como las desarrolladas, las más representativas incluyen lo siguiente: "el aprendizaje se hace más divertido y entendible" y "se sale de la rutina con este tipo de experiencias".

En cuanto a la pregunta abierta en la que los estudiantes sugirieron temas de Química que les gustaría explorar, las respuestas fueron variadas e incluyeron, principalmente, "la extracción de ADN de frutas o verduras" (40 %) y en menor medida (25 %) "temas relacionados con animales" y "trabajar con materiales de laboratorio".

Además, el 15 % de los encuestados seleccionó la opción "Otros" y los temas que incluyeron allí fueron aquellos relacionados con "la comida y la acidez". Por último, el 20 % no respondió está pregunta.

Para la pregunta: "A partir de lo realizado en el laboratorio de Química, escribe lo que más te gustó", se identificó que ambas experiencias fueron muy bien valoradas teniendo un mayor porcentaje de

aceptación/apreciación el experimento relacionado con los indicadores de pH (55 %), por encima del experimento del test de alcoholemia a escala de laboratorio que arrojó un 45 %.

Por otra parte, para la pregunta final de tipo abierta al indicar aquello que más les gustó al realizar ambas prácticas de laboratorio, lo que se destacó fue el cambio de color producido por los indicadores de pH frente a distintas muestras ácidas o básicas. Para la experiencia relacionada con el test de alcoholemia, lo que más les gustó fue conocer cómo se aplica ese método en la vida cotidiana en los controles viales. Finalmente, en cuanto a aquello que no les gustó, solamente un estudiante expresó que fue mucho el tiempo que tuvo que soplar para llevar a cabo la experiencia del test de alcoholemia.

4. CONCLUSIONES

Luego del análisis de los resultados que se derivan de la opinión de los propios estudiantes participantes se identifica que a través de la propuesta didáctica se consiguió, por un lado, que los alumnos despierten su interés por aprender saberes de Química con cuestiones o situaciones que se encuentran presentes en la vida cotidiana, tal como es el caso de las dos prácticas de laboratorio desarrolladas en el marco del proyecto, facilitando el entendimiento de los fundamentos químicos.

Por otra parte, los resultados indican que los alumnos desarrollaron destrezas y habilidades en el manejo de materiales de laboratorio. Estos logros permiten afirmar que efectivamente la aplicación de herramientas de intervención y trabajo en territorio, como una de las capacidades a desarrollar en los estudiantes de grado, se adquirió tal como se había planteado inicialmente en el Proyecto de Extensión.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece, en primera instancia, a la Secretaría de Políticas Universitarias por la financiación del Proyecto “Diversidad biogeocultural” y, en segundo lugar, a la directora de dicho proyecto la Dra. Gabriela Díaz por la oportunidad para que la carrera de Profesorado realizara su aporte. Teniendo en cuenta este último aspecto, se agradece a la Dirección del Profesorado de Grado Universitario en Ciencias Básicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Cuyo por la invitación a participar del mencionado proyecto. Finalmente, se agradece a Iván Lorca (estudiante avanzado del Profesorado) quien colaboró y participó en el diseño tanto de la propuesta didáctica como así también de la encuesta de valoración aplicada a los estudiantes ya que lo realizó con compromiso y responsabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AA.VV (2023). *Informe de campo multidisciplinario "Diálogo entre diferentes perspectivas y saberes sobre la Naturaleza en Malargüe, Mendoza"* (Informe no publicado). Univ. Nac. de Cuyo, Mendoza, Argentina.

Nudelman, L. R., Díaz, G., Barahona, A. D. y Llano, C. (2021). Áreas protegidas, educación para la diversidad biocultural y extensión universitaria. *Revista de Extensión Universitaria*, *11*(15), pp.1-19. https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/Extension/article/view/10453/15203

Resolución 419-SPU de 2023 [Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación]. Asignación de Fondos Convocatoria Extensión “UNIVERSIDAD, CULTURA Y TERRITORIO 2022”]. 8 de agosto de 2023.

Resolución 1013 de 2023 [Facultad de Filosofía y Letras UNCUYO]. Certificación de las competencias internacionales a los docentes y estudiantes. 11 de diciembre de 2023.

Serrano A. T. y García Molina R. (2015*). Experimentos de física y química en tiempos de crisis*. (1ª Ed.) Universidad de Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1DCS-CVDEZtJhMT7K_D2VvW6cl9Uiv6ab/view

ISBN 978-987-47159-9-9

USO DE SIMULACROS EN LA FORMACIÓN DOCENTE UNIVERSITARIA

Virginia Vanasco

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Departamento de Ciencias Química. Buenos Aires. Argentina. CONICET – Universidad de Buenos Aires. Instituto de Bioquímica y Medicina Molecular, "Prof. Alberto Boveris" (IBIMOL). Buenos Aires. Argentina.
vvanascofq@gmail.com

Juana Mosse

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Departamento de Ciencias Química. Buenos Aires. Argentina. CONICET – Universidad de Buenos Aires. Instituto de Bioquímica y Medicina Molecular, "Prof. Alberto Boveris" (IBIMOL). Buenos Aires. Argentina.
xuanif@hotmail.com

Silvia Álvarez

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Departamento de Ciencias Química. Buenos Aires. Argentina. CONICET – Universidad de Buenos Aires. Instituto de Bioquímica y Medicina Molecular, "Prof. Alberto Boveris" (IBIMOL). Buenos Aires. Argentina.
salvarez@ffyb.uba.ar

Mónica Galleano

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Departamento de Ciencias Química. Buenos Aires. Argentina. CONICET – Universidad de Buenos Aires. Instituto de Bioquímica y Medicina Molecular, "Prof. Alberto Boveris" (IBIMOL). Buenos Aires. Argentina.
mgallean@ffyb.uba.ar

Elizabeth Robello

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Departamento de Ciencias Química. Buenos Aires. Argentina. CONICET – Universidad de Buenos Aires. Instituto de Bioquímica y Medicina Molecular, "Prof. Alberto Boveris" (IBIMOL). Buenos Aires. Argentina.
erobello@ffyb.uba.ar

Resumen

En el presente trabajo se muestran los resultados de la implementación de un simulacro de clase de laboratorio, de nivel universitario, en el contexto del Curso de Capacitación y Formación Docente de la Cátedra de Fisicoquímica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. En dicho simulacro, los aspirantes funcionaron como docentes y los docentes como estudiantes, con roles y actividades asignadas para generar un ambiente que mimetice, lo más fielmente posible qué ocurre en una clase. Como conclusión general se puede inferir que su implementación no solo resultó novedosa sino sumamente adecuada ya que su recepción por parte de los aspirantes a docentes fue muy satisfactoria. Permitió a los aspirantes aplicar en forma práctica lo trabajado en el Curso e identificar tanto sus fortalezas como también aquellos aspectos a seguir desarrollando. Principalmente, se logró promover una mayor confianza en los aspirantes para su próximo desafío: el de incorporarse como nuevos docentes de la cátedra.

Palabras clave: *didáctica; educación universitaria; formación docente; simulacro; fisicoquímica.*

ISBN 978-987-47159-9-9

1. INTRODUCCIÓN

El uso de simulacros es una técnica educativa que reemplaza y amplifica experiencias reales con prácticas guiadas e interactivas, aplicable a diversas disciplinas y niveles educativos. Por ejemplo, los simulacros en medicina permiten a los estudiantes practicar procedimientos clínicos, manejar emergencias y desarrollar habilidades de comunicación y trabajo en equipo, sin poner en riesgo a los pacientes. En áreas como la enfermería, los servicios de emergencia y la seguridad pública, son cruciales para preparar a los estudiantes para situaciones de emergencia, como incendios, desastres naturales y crisis médicas. En la formación militar y policial, en la formación de pilotos y otros profesionales del transporte es usada para entrenar en respuestas a emergencias y situaciones críticas. En campos como la ingeniería, la mecánica y la tecnología, aquellos permiten a los estudiantes practicar el uso de equipos y la aplicación de técnicas antes de utilizarlos en proyectos reales. En educación, su uso se ha restringido a la respuesta a emergencias para preparar a los estudiantes y al personal a enfrentarse a situaciones como incendios, terremotos o amenazas externas. Así, los simulacros son una herramienta educativa valiosa y versátil utilizada en una variedad de contextos para mejorar la preparación, la competencia y la confianza de los estudiantes en situaciones reales y potencialmente desafiantes (Lateef, 2010; Ortega, Ramírez y Vargas, 2024; Rooney y Nyström, 2018; Younes et al., 2021). En este trabajo describimos la realización de un simulacro para preparar a estudiantes del Curso de Formación y Capacitación Docente de la asignatura Fisicoquímica, de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. Podemos anticipar que su uso no solo nos resultó novedoso sino sumamente adecuado, ya que su recepción por parte de los aspirantes a docentes fue muy satisfactoria y contribuyó a reforzar su confianza. Esta última observación se vio reflejada en la activa participación e interacción que se observó durante el citado Curso y durante la cursada de la mencionada asignatura.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del Curso de Formación y Capacitación Docente

La asignatura Fisicoquímica, perteneciente a la carrera de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, se organiza en clases teóricas, teórico-prácticas y trabajos prácticos de laboratorio. Cada trabajo práctico es dictado por un equipo docente conformado por un encargado de comisión (jefe de trabajos práctico -JTP- o ayudante de primera con amplia experiencia docente) y entre 2 o 3 ayudantes de laboratorio. Los ayudantes, en su mayoría, son estudiantes de grado que ya han cursado y aprobado la materia y que, además, se han incorporado al plantel docente luego de transitar y aprobar el Curso de Formación y Capacitación Docente de la asignatura. Este Curso de 12 clases semanales de 4 h de duración. El Curso fue diseñado para darles a los aspirantes herramientas teóricas y didácticas que les permitiese adquirir recursos para desempeñarse frente a alumnos en el contexto de las prácticas de laboratorio. Este año en particular, participaron en dicho Curso 9 aspirantes a formar parte del cuerpo docente. En aquel se desarrollaron los siguientes contenidos: secuencia didáctica, seguridad en el laboratorio, preparación de soluciones y manejo de equipos, preparación de introducciones teóricas y desarrollo de evaluaciones. Cada uno de esos contenidos se desarrolló en diferentes módulos consistentes de dos o más clases en formato taller, cuyos objetivos principales fueron adquirir las competencias mínimas necesarias para la función docente.

2.2. Hipótesis y objetivo de la incorporación del Simulacro

Una observación general, realizada tanto por los docentes como por los estudiantes del Curso de cohortes anteriores a la analizada en este estudio, es que hay mucha inseguridad en los docentes nóveles que se incorporan a una situación real de clase. Esto nos llevó a incluir, al final de este Curso un nuevo módulo que denominamos Simulacro, que se desarrolló en 3 clases. En este nuevo módulo se incorporó la “clase simulada” con el objetivo de generar un ambiente donde los estudiantes puedan enfrentarse a una situación áulica ficticia que recree los aspectos principales de una real. Así, se buscó mejorar sus competencias docentes y disminuir la ansiedad que genera el enfrentarse como un docente principiante a una clase universitaria de laboratorio. Por lo tanto, el objetivo del módulo Simulacro fue proponer una instancia de práctica, donde los aspirantes pudiesen

ISBN 978-987-47159-9-9

aplicar de manera integral los contenidos trabajados durante el Curso, en el contexto de una clase de laboratorio frente a estudiantes simulada.

2.3. Descripción del Módulo Simulacro

El Módulo, a cargo de tres docentes de la cátedra, se dividió en tres partes. En la primera (de 1 h de duración aproximadamente) se les explicó a los aspirantes que la propuesta del Simulacro se iba a desarrollar en las 2 clases siguientes. Se les planteó el objetivo y se discutieron los aspectos que había que abordar en cada uno de los encuentros, teniendo en cuenta los módulos trabajados durante el Curso de Formación y Capacitación. Además, se explicitó que la actividad revestía solo carácter formativo, no evaluativo. Luego de ser informados sobre qué se esperaba de ellos, los aspirantes se dividieron en 2 grupos. Los integrantes del primer grupo participarían del Simulacro con el rol docentes en el primer simulacro (clase 2) y asumirían el rol de estudiantes en el segundo simulacro (clase 3). Por otro lado, los integrantes del segundo grupo actuarían como estudiantes en el primer simulacro (clase 2) y como docentes en el segundo simulacro (clase 3). El rol docente implicó, con el soporte de un JTP (función desempeñada por un docente del mencionado Curso) organizar y diagramar la clase, dar introducciones teóricas, preparar y tomar parcialitos, estar a cargo de realizar aclaraciones sobre usos específicos de los equipos, realizar el seguimiento del desarrollo de la clase, explicación de informe/resultados, respuesta a emergencias, etc. Se les facilitó todo el material disponible (diapositivas, instrucciones previas, etc.) y se los invitó a acercarse a la cátedra antes de la actividad para familiarizarse con los insumos/reactivos para el desarrollo del TP y con los equipamientos que iban a ser utilizados. El JTP estuvo disponible para consultas acerca de la preparación del TP en todos los aspectos antes mencionados. En el rol alumno, además de incluir a los estudiantes del Curso, también se involucraron docentes voluntarios de la cátedra (JTPs, ayudantes de primera y de segunda). A este último grupo de “estudiantes simulados” se le asignó diferentes funciones específicas (ver más adelante) que debían cumplimentar para colaborar en la formación de los estudiantes que funcionaran en el rol docente durante el desarrollo del Simulacro.

2.4. Preparación del Simulacro

Quince minutos previos al inicio del “Simulacro” propiamente dicho, los aspirantes a docente, que pertenecían al grupo "Rol docente”, junto al JTP a cargo ultimaron los detalles de esa clase. En simultáneo, los otros dos responsables del módulo se reunieron con los docentes de la cátedra, que participarían como alumnos, para aclarar los objetivos y los roles necesarios de asumir. Se les asignaron funciones específicas de alumnos como: 1) participar con demasiadas preguntas durante la introducción expositiva y manifestar errores conceptuales; 2) cometer errores en el manejo de equipos, por ejemplo, la existencia de dudas sobre el uso de vernier en el caso de tensiómetros Lecompte Du Noüy; 3) solicitar demasiada ayuda durante el desarrollo del trabajo práctico experimental; 4) cometer errores procedimentales en el uso de material de laboratorio: enrase incorrecto en los matraces, por ejemplo; 5) desatender a las normas de seguridad en el laboratorio: tener el pelo largo suelto, no usar guardapolvo y/o tener ropa por sobre el guardapolvo, tirar guantes en la bolsa de residuos comunes y llevar bebidas a la mesa de trabajo, entre otros; 6) tener problemas actitudinales: alumnos que llegaron tarde a clase, que se copiaran durante el parcialito, etc; y 7) provocar accidentes de laboratorio: generar un derrame de alguna solución (inocua) durante el curso del práctico. Asimismo, dado que la preparación del material de laboratorio estuvo a cargo de los docentes auxiliares de la cátedra, se cometieron intencionalmente algunos errores/omisiones tales como: equipos mal armados o que no funcionaran correctamente, faltante de algún material volumétrico, uso de agua corriente en lugar de agua destilada para el práctico, por ejemplo. La selección de los roles mencionados se hizo basado en experiencias reales en el laboratorio, considerando aquellos perfiles que se repiten con mayor frecuencia. En cuanto a los errores del montado de equipos y material de trabajo, se pretendía simular complicaciones menores que suelen presentarse durante las experiencias reales.

2.5. Desarrollo del Simulacro

Los aspirantes que trabajaron en el rol de docente diseñaron la clase junto con el JTP, siguiendo el siguiente esquema: 1) introducción teórica, 2) evaluación escrita (parcialito), 3) indicaciones específicas procedimentales para realizar la actividad, 4) aclaraciones sobre seguridad en el laboratorio, 5) desarrollo de la

ISBN 978-987-47159-9-9

actividad de laboratorio, 6) indicaciones para confeccionar el informe (qué gráficos y cálculos realizar), 7) reforzar contenidos teóricos (si fuera necesario) y 8) acondicionamiento del salón para la siguiente comisión. Los aspirantes conformaron un muy buen grupo docente, se repartieron las tareas y se ayudaron mutuamente en los distintos momentos. Durante el desarrollo del Simulacro hicieron introducciones acordes, respondieron gran parte de las consultas teóricas y se apoyaron en los JTPs a cargo cuando lo consideraron necesario. Pudieron resolver la mayoría de las inquietudes planteadas por los estudiantes simulados, imponderables específicos de cada TP y de seguridad. La clase pudo desarrollarse según lo planificado en 2 horas reloj aproximadamente.

Como se mencionó anteriormente, al final de cada encuentro, se realizó una puesta en común entre los docentes y aspirantes sobre cómo se había desarrollado la clase. Los aspirantes tuvieron un espacio para comentar, reflexionar y discutir las sensaciones, inseguridades, consultas y otros aspectos.

2.6. Análisis del Simulacro

Luego de haber concluido el Curso de Formación y Capacitación, y posteriormente a que los estudiantes lo aprobaran formalmente, se confeccionó e implementó una encuesta anónima a través de un formulario de Google para conocer su opinión acerca de cada uno de los módulos y específicamente sobre el Simulacro. Para ello, se diseñó una encuesta donde los estudiantes tenían que evaluar diferentes afirmaciones a través de una escala de Likert (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014). de 5 categorías. En ese cuestionario se indicó lo siguiente: *"A continuación encontrarás diferentes secciones con varias afirmaciones. Por favor, indicá en qué grado se aplican a vos en tu cursada en el Curso de Formación y Capacitación, dónde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo:"* Las afirmaciones fueron las siguientes: 1) *Los contenidos desarrollados fueron necesarios para mi formación docente; 2) Los contenidos desarrollados fueron necesarios para mi formación como bioquímico/a, farmacéutico/a, etc; 3) El tiempo asignado -para el Simulacro en sí- (2 clases de 4 horas) fue adecuado; 4) La modalidad de la clase fue adecuada; 5) Fui informada/o adecuadamente sobre cómo iba a ser evaluado; 6) Recibí una retroalimentación sobre mi desempeño en esta clase y 7) Estas clases fueron muy positivas para mi formación docente.* También se incorporó una pregunta abierta sobre el Curso en general, para que los encuestados agregaran los temas no indagados previamente: *"Señalá hasta tres aspectos positivos y tres negativos del Curso de formación y Capacitación, así como también toda otra información que desees destacar".*

2.7. Análisis estadísticos

Para el análisis de los datos cuantitativos se utilizó el software Excel del programa Microsoft Office 365 para empresas. Los resultados se expresaron como la media ± el desvío estándar ($\bar{x} \pm s$). Para analizar los datos cualitativos se utilizó el software Atlas.ti 8.4.24.

2.8. Ética

La participación en la encuesta fue voluntaria y consciente. Para ello cada encuestado recibió un libre consentimiento informado, donde se indicó el objetivo del cuestionario y el compromiso a la no difusión de sus datos personales, más allá de los necesarios para este estudio.

3. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

A continuación, se muestran los resultados referidos a la valoración de las afirmaciones propuestas respecto solo sobre el módulo Simulacro. En la FIGURA 1 se muestra la frecuencia del puntaje (1 a 5) en cada ítem analizado.

Seguidamente, se transcriben solo las respuestas a la pregunta abierta, referidas específicamente al módulo Simulacro:

1) "Ayudó a mejorar la expresión oral, al uso del instrumental y a la realización de material didáctico (sic)."

2) "…Aspectos negativos: quizás que no hay otra clase más de simulacro o algo que nos permita formar más las introducciones de los laboratorios (sic)."

ISBN 978-987-47159-9-9

3) "Positivos: muy buena organización; ambiente agradable y propicio para el aprendizaje; múltiples espacios de práctica docente tanto en los simulacros como en las clases. Contra: dada la alta complejidad de la tarea docente, si bien ahora cuento con múltiples herramientas y conceptos a tener en cuenta, aún considero que hay ciertas cosas que debo seguir practicando e interiorizando para poder aplicarlas durante una clase (en mi caso, principalmente el correcto uso del pizarrón y detalles de la oratoria al dar una introducción) (sic)."

4) "Positivos: La experiencia de simulacro con docentes haciendo de alumnos me parece muy positiva (sic)."

5) "Tres aspectos positivos de la escuela son: la calidad humana de los profesores (siempre con buena onda y dispuestos a ayudarte en lo que necesites), que se haya abordado más la enseñanza acerca de la parte docente que hacia los contenidos teóricos de la materia y también el simulacro final fue de mucha utilidad para poder llegar preparado para cuando nos toque formar parte de una comisión. Otro aspecto positivo fue el espacio de retroalimentación que se generó a lo largo de la escuela (sic)."

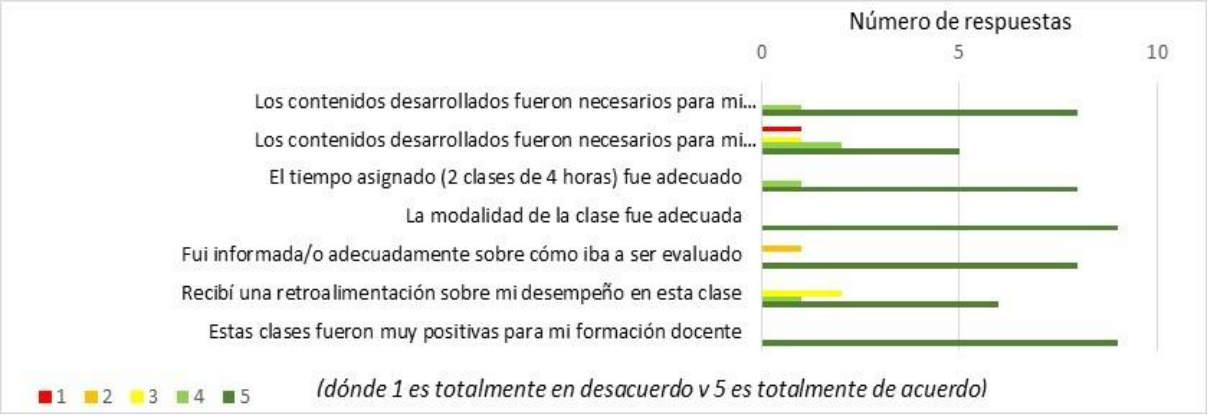


FIGURA 1. *Valoración del módulo Simulacro.*

En la FIGURA 2 se muestra la nube de palabras realizada en base a lo obtenido en las preguntas abiertas.



FIGURA 2. *Nube de palabras hecha en base a todas las respuestas abiertas brindadas por los estudiantes del Curso de Capacitación Docente.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Desde el punto de vista de los objetivos del Curso de Formación y Capacitación Docente, durante el simulacro se pudieron observar las capacidades de los aspirantes para cumplir con 1) objetivos conceptuales (como seleccionar los contenidos mínimos relevantes y necesarios a explicar durante el desarrollo de los laboratorios, identificar las estrategias, actividades y metodologías didácticas para presentar la información adecuada, esclareciendo los conceptos complejos o aspectos más controvertidos de la actividad de laboratorio, desarrollar estrategias para el diseño de evaluaciones sumativas y formativas), 2) objetivos procedimentales (explicar en forma correcta y segura el equipamiento de laboratorio, distinguir los errores frecuentes y las lagunas en el conocimiento de los estudiantes que no permitan afrontar con éxito la solución de determinados problemas, vincular los diferentes contenidos a enseñar, abordar los aspectos importantes del procesamiento de resultados, observar y dar seguimiento al desempeño de los estudiantes en los momentos o pasos cruciales en la ejecución de la tarea experimental) y 3) objetivos actitudinales (como estimular la autonomía de los estudiantes, incentivar el análisis, la síntesis, la comparación y la contrastación, fomentando e incentivando el trabajo seguro en el Laboratorio. Es necesario tener en cuenta que estos objetivos son imprescindibles para cumplir con la función docente (Litwin, 2008; Pozo, 1997; Pozo y Gómez, 1998).

4. DISCUSIÓN

A partir de la propuesta didáctica del módulo llamado Simulacro los alumnos tuvieron una instancia enriquecedora, donde pudieron pensar y llevar adelante una clase integral en un entorno controlado. A partir de la encuesta, se destaca la organización y la calidad humana y profesional de los docentes a cargo del Curso de Capacitación. No obstante, los alumnos consideraron necesaria la incorporación de más clases y más material bibliográfico (datos no mostrados). Si bien es cierto que las preguntas abiertas no se refieren específicamente a la clase Simulacro sino a todo el curso, interpretamos que sus conclusiones son totalmente aplicables al mismo. Cabe destacar que las clases simuladas fueron realizadas con los materiales, equipamientos y en los espacios reales donde se desarrollan habitualmente las clases de la asignatura. Los aspirantes a docentes no sólo pudieron llevar una clase de laboratorio adelante, en cuanto a contenidos teóricos, manejo de equipos, manejo de alumnos, sino que además mostraron una gran capacidad de trabajo en equipo, resaltando el compañerismo frente a distintas dificultades que fueron surgiendo durante el desarrollo de la clase. En la instancia de reflexión posterior, los aspirantes pudieron realizar un metaanálisis interesante respecto a percepciones individuales y grupales, identificación de fortalezas y debilidades que fueron surgiendo. De hecho, uno de los estudiantes (datos no mostrados) lo consideró como “fundamental”, ya que clarificó el hecho de que dictar una clase de laboratorio no solo implica preparar una introducción teórica sino también manejar a un grupo de estudiantes para trabajar contenidos conceptuales y entrenarlos en el desarrollo de los contenidos procedimentales, resolviendo todas las contingencias que puedan ocurrir en clase. Finalmente, consideramos que la simulación es una estrategia eficaz para reducir la ansiedad y aumentar la confianza (Oliveira Silva et al., 2022), sin bien necesitaríamos indagar a estos docentes luego de su experiencia áulica real para verificar esto último.

5. CONCLUSIONES

La actividad del simulacro les permitió a los estudiantes identificar omisiones, deficiencias y aspectos a mejorar tanto en la organización del equipamiento y material del laboratorio como en la preparación y estrategia del docente. Además, les permitió familiarizarse con la situación del Trabajo Práctico, favoreciendo la posibilidad de una resolución asertiva de las problemáticas planteadas durante el transcurso de la actividad real.

En conclusión, los resultados de nuestra investigación evidencian que los entornos de simulación pedagógica ofrecen un espacio de práctica reflexiva invaluable para los docentes nóveles. Al permitir la experimentación en un contexto seguro y controlado, estas herramientas facilitan la adquisición de competencias didácticas específicas para la enseñanza en laboratorios universitarios, contribuyendo significativamente a su formación inicial.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los docentes de la cátedra de Fisicoquímica por su activa participación en la clase de Simulacro ya sea aportando ideas o participando de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Recolección de datos cuantitativos.* En McGraw-Hill (Ed.), Metodología de la Investigación (6ta., pp. 196–267). Interamerica SA.

Lateef, F. (2010). Simulation-based learning: Just like the real thing. *Journal of emergencies, trauma, and shock*, *3*(4), 348-352.

Litwin, E (2008) "La investigación en torno a las prácticas de la enseñanza". En: *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*, Edith Litwin, Paidos Ed., Buenos Aires., pp. 199-215.

Pozo, J. I. (1997). Enfoques para la enseñanza de la ciencia (Capítulo VIII). En J. I. Pozo (Autor), *Teorías cognitivas del aprendizaje* (pp. 265-308). http://www.geocities.ws/javi_her/lec_9b.pdf

Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.* Madrid, España: Ediciones Morata.

Oliveira Silva, G. Oliveira, F.S.E., Coelho, A.S.G., Cavalcante, A.M.R.Z., Vieira, F.V.M., Fonseca, L.M.M., Campbell, S.H., Aredes, N.D.A. (2022). Effect of simulation on stress, anxiety, and self-confidence in nursing students: Systematic review with meta-analysis and meta-regression. *International Journal of Nursing Studies*, *133*, 104282. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2022.104282

Ortega, P. G., Ramírez, F., & Vargas, J. (2024). Desarrollo de habilidades de trabajo en equipo en talleres de simulaciones de reanimación neonatal con estudiantes de obstetricia. *Revista de Educación en Ciencias de la Salud, 21*(1), 6-13.

Rooney, D., & Nyström, S. (2018). Simulation: A complex pedagogical space. Australasian Journal of Educational Technology, 34(6).

Younes, N., Delaunay, A. L., Roger, M., Serra, P., Hirot, F., Urbain, F., ... & Roux, P. (2021). Evaluating the effectiveness of a single-day simulation-based program in psychiatry for medical students: a controlled study. *BMC Medical Education, 21*(1), 348.

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1enkvdAbD73qAc4CIc_oqw8_McrDd-xfh/view

ISBN 978-987-47159-9-9

ESCRITURA REFLEXIVA Y DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE: ANÁLISIS DIACRÓNICO DE LOS DIARIOS DE CLASE DE UNA FUTURA PROFESORA EN QUÍMICA

Tatiana Hilen Pujol-Cols*

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
tati.pcols@gmail.com

Guillermo Eduardo Cutrera

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
guillecutrera@gmail.com

María Basilisa García

Departamento de Educación Científica (DEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
bagarcia@mdp.edu.ar

Resumen

Este estudio explora el potencial de los diarios reflexivos como herramientas para el desarrollo profesional de los docentes en formación, utilizando el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD) como marco teórico. A través de un análisis diacrónico de los diarios de una futura profesora de química, se identificaron y caracterizaron las mediaciones entre los dominios del MICPD que emergen en sus reflexiones escritas. El estudio destaca cómo las instancias de socialización con su pareja pedagógica y formadores intermedios juegan un papel clave en la evolución de estas mediaciones. Las decisiones didácticas derivadas de estas interacciones se reflejan en las prácticas de enseñanza posteriores, lo que subraya la importancia de una retroalimentación continua y efectiva. El análisis revela que la lectura diacrónica permite capturar la complejidad y no linealidad del desarrollo profesional docente, ofreciendo una visión más rica y comprensiva que complementa los análisis sincrónicos. Además, se confirma la relevancia de las instancias de socialización como espacios para la reflexión crítica y la toma de decisiones pedagógicas, en consonancia con investigaciones previas que resaltan la naturaleza iterativa del proceso de formación docente.

Palabras clave: *formación docente inicial; escritura reflexiva; Crecimiento Profesional Docente; Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente; diarios de clase.*

1. INTRODUCCIÓN

La formación docente inicial resulta fundamental para preparar a los futuros educadores para los desafíos de la enseñanza en el siglo XXI. En este contexto, la práctica reflexiva se destaca como un elemento clave para el desarrollo profesional de los docentes en formación (Körkkö et al., 2016). La escritura reflexiva, en particular, se ha reconocido como una herramienta valiosa para promover el desarrollo profesional de los futuros docentes (Farrell, 2016; Zhu, 2021).

A pesar de los avances en la investigación sobre la escritura reflexiva y el desarrollo profesional docente, aún existen brechas en la comprensión de cómo las reflexiones escritas de los futuros profesores evolucionan a lo largo del tiempo y cómo las interacciones con pares y formadores influyen en este proceso (Yoon & Kim, 2020; Kapanadze et al., 2021). Abordar estas brechas es crucial para diseñar estrategias formativas que promuevan efectivamente la reflexión y el desarrollo profesional.

ISBN 978-987-47159-9-9

El presente estudio tiene como objetivo investigar el potencial de los diarios reflexivos para promover el desarrollo profesional de los docentes en formación, utilizando el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD) de Clarke y Hollingsworth (2002) como marco teórico. A través de un análisis diacrónico de los diarios reflexivos de una futura profesora de química, se busca identificar las mediaciones entre los dominios del MICPD que emergen en sus reflexiones escritas y cómo estas evolucionan a lo largo del tiempo.

Los resultados de este estudio contribuirán a comprender mejor el papel de la escritura reflexiva en el desarrollo profesional docente y cómo las interacciones con pares y formadores influyen en este proceso (Hollebrands & Lee, 2020). Además, aportará evidencia sobre la aplicabilidad del MICPD para analizar las reflexiones de los futuros profesores de química, un área poco explorada hasta el momento (Yoon & Kim, 2020).

2. MARCO TEÓRICO

La escritura reflexiva se ha reconocido como una herramienta valiosa para promover el desarrollo profesional de los docentes en formación (Farrell, 2016; Zhu, 2021). La escritura reflexiva, definida como el proceso de plasmar pensamientos, experiencias y análisis sobre la práctica pedagógica (Farrell, 2016), permite a los docentes en formación vincular teoría y práctica, desarrollar habilidades metacognitivas y evaluar críticamente su enseñanza (Bain et al., 2002). Los diarios de clase, como dispositivo para promover la escritura reflexiva, brindan un espacio para registrar y examinar las experiencias docentes (Zhu, 2021). Los diarios de clases se consideran documentos personales y autobiográficos en los que los docentes registran sus impresiones sobre lo que ocurre en sus clases (Zabalza, 2004). Estos dispositivos formativos fomentan la indagación sobre el pensamiento docente, permitiendo la evaluación de las acciones a través del análisis de las prácticas (Zabalza, 2004). Al convertirse en narradores de sus propias experiencias, los docentes adoptan una postura reflexiva que desafía sus comprensiones, reconfigura sus trayectorias profesionales y resignifica sus acciones e interpretaciones sobre la escuela.

En este marco, el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD) propuesto por Clarke y Hollingsworth (2002) ofrece un marco teórico sólido para analizar las reflexiones escritas de los futuros profesores de química. El MICPD plantea que el desarrollo profesional docente ocurre a través de la reflexión y la promulgación entre cuatro dominios interconectados (FIGURA 1): Dominio Personal (DPe): enfocado en los aspectos internos del docente, como conocimientos, creencias y actitudes; Dominio de la Práctica (DPr): relacionado con la experimentación profesional en el aula; Dominio de la Consecuencia (DCo): vinculado a los resultados destacados por el docente, como el aprendizaje de los estudiantes, motivación, etc.; Dominio Externo (DE): asociado a fuentes externas de información o estímulo, como capacitaciones, lecturas, conversaciones con colegas.

Los cambios en un dominio se traducen a otro a través de los procesos mediadores de reflexión y promulgación. La reflexión es un proceso cognitivo intencional de examen crítico de las experiencias para lograr una comprensión más profunda, cuestionar y dar sentido, e informar el aprendizaje futuro (Harvey, Coulson y McMaugh; 2016). En contraste, la promulgación implica la implementación de una idea, creencia o método, abarcando las acciones y expresiones del docente basadas en su conocimiento, creencias o experiencias previas (Clarke & Hollingsworth, 2002).

Este modelo captura la complejidad y no linealidad del crecimiento profesional, reconociendo múltiples vías de desarrollo entre los dominios que el docente puede transitar (Voogt et al., 2011). En términos del MICPD, el crecimiento profesional es un proceso continuo de aprendizaje, que subraya la interconexión entre diversos dominios y la naturaleza iterativa del desarrollo (Zwart et al., 2007).

Investigaciones recientes han destacado el potencial de la escritura reflexiva y el MICPD en la formación inicial docente en química. Por ejemplo, Yoon y Kim (2020) encontraron que los diarios reflexivos facilitaron la integración de conocimientos disciplinares y pedagógicos en futuros profesores de química. Asimismo, Kapanadze et al. (2021) aplicaron el MICPD para analizar el desarrollo profesional de docentes de química en formación, identificando interacciones clave entre los dominios. Estos hallazgos subrayan las implicaciones prácticas de la escritura reflexiva y el MICPD para la formación inicial en química. Al promover la reflexión

ISBN 978-987-47159-9-9

sistemática y situada, estos enfoques pueden mejorar la capacidad de los futuros docentes para tomar decisiones pedagógicas informadas y adaptarse a los desafíos del aula (Yoon & Kim, 2020).

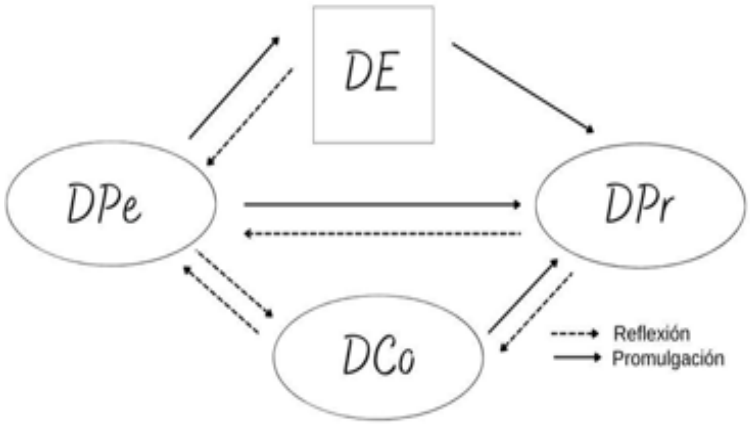


FIGURA 1. *Relaciones y mediaciones entre Dominios según el MICPD. Fuente: adaptado de Clarke y Hollingsworth (2002)*

2. OBJETIVO

El objetivo de este estudio es identificar y caracterizar, desde una perspectiva diacrónica, las mediaciones entre los Dominios del Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD) presentes en los diarios reflexivos de una futura profesora de Química, con especial atención al rol de las instancias de socialización durante su residencia docente.

3. METODOLOGÍA

En este trabajo se empleó una metodología cualitativa para realizar un estudio descriptivo de las narraciones de una residente del Profesorado Universitario en Química, a la que se le asignó el nombre de ficción "María" con el fin de resguardar su identidad. Durante la residencia docente María se involucró en diferentes actividades formativas como la lectura y socialización de material teórico proporcionado por la cátedra, el trabajo en pareja pedagógica, ingresos en distintas instituciones educativas de gestión pública y privada, la escritura de diarios de clases y la resolución de evaluaciones sumativas. Para el presente trabajo, se seleccionaron un total de ocho diarios reflexivos, siendo cuatro de ellos diarios de clases (D1-D4) que corresponden a las cuatro intervenciones de un ingreso en una institución educativa del nivel secundario de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). En adición se consideraron cuatro diarios correspondientes a la instancia de socialización intermedia entre la clase 1 y 2 (IS1-2), a la instancia de socialización intermedia entre la clase 2 y 3 (IS2-3), a la instancia de socialización entre la clase 3 y 4 (IS 3-4) y al de la instancia de socialización posterior a la clase 4 (IS4). El ingreso consistió en cuatro intervenciones sobre el tema "leyes de los gases" de la asignatura Fisicoquímica, a las cuales asistió junto a su pareja pedagógica, una docente de la institución destino y un docente de la Residencia. Durante la primera intervención se abordó la Ley de Boyle Mariote, en la segunda se introdujo la ley de Charles, en la tercera se trabajó sobre la Ley de Gay Lussac y, por último, en el encuentro final se realizó un repaso y se tomó una evaluación sumativa. Luego de cada intervención, la residente se involucró en instancias de socialización junto a los docentes de la cátedra y a su pareja pedagógica, en dónde analizó el desarrollo de la clase y planificó la continuidad de su ingreso.

A partir del análisis de los diarios (de clases y de socialización) elaborados por la futura docente, se llevó a cabo un análisis de contenido (Krippendorf, 2004). La estructura general del análisis se presenta en la FIGURA 2. En referencia a la unidad de análisis utilizada para la codificación del contendido de los diarios, aunque en la mayoría de los casos se tomó cada oración individual como una unidad, hubo excepciones a esta norma. Cuando varias oraciones consecutivas desarrollaban o ampliaban un mismo concepto, o cuando una oración ofrecía una

ISBN 978-987-47159-9-9

explicación o justificación directa de la anterior, esas oraciones se consideraron como una sola unidad para la codificación, en lugar de codificarlas de manera separada.

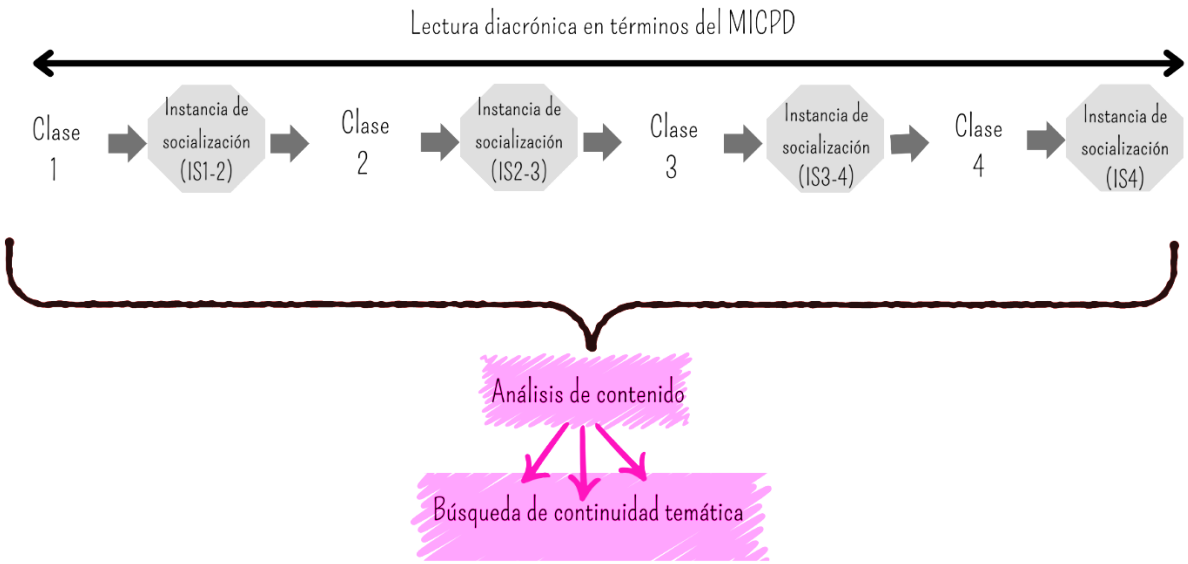


FIGURA 2. *Diseño metodológico. Fuente: elaboración propia*

4. RESULTADOS

En primera medida se procedió a buscar una continuidad temática en los diarios de la futura docente. Mediante el análisis se contenido se identificaron cuatro núcleos temáticos: el trabajo con niveles de representación, el trabajo con gráficos y el trabajo con la noción de proporcionalidad. En la FIGURA 3 se ejemplifica como los fragmentos de María presentan una continuidad temática entre la clase 1 y 2 para el núcleo temático "trabajo con gráficos".

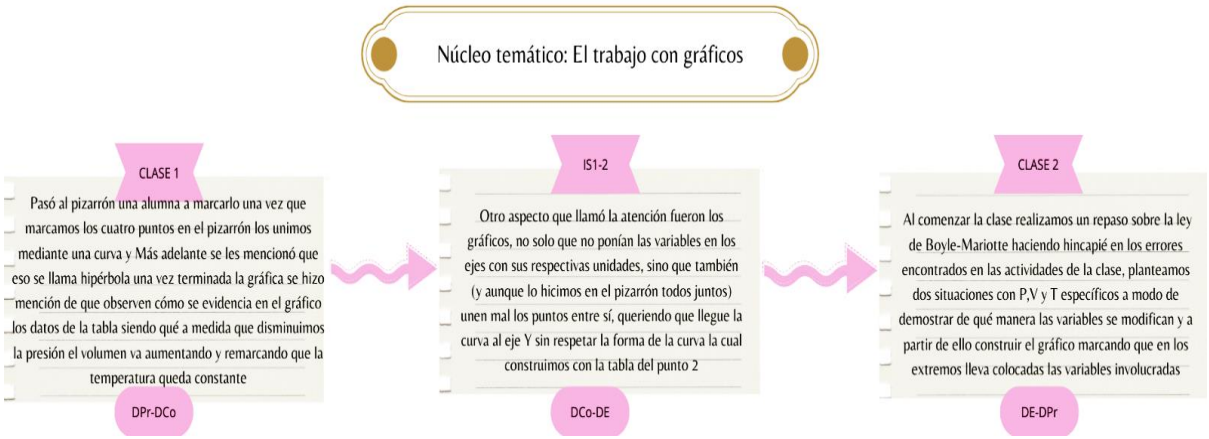


FIGURA 3. *Ejemplo de continuidad temática entre los fragmentos de la residente extraídos de los diarios de clases 1 y 2 la instancia de socialización 1-2. Fuente: elaboración propia*

El análisis diacrónico de las reflexiones de María permitió identificar tres secuencias representadas en la FIGURA 4 con rojo, azul y verde, respectivamente. En todas las secuencias se vieron involucrados los mismos Dominios: el DPr y DCo (de los diarios de las clases) y el DE (de los diarios de las instancias de socialización intermedias). La primer secuencia (color rojo) corresponde al núcleo temático "trabajo con niveles de conceptualización" e inicia con una mediación reflexiva entre DPr y DCo, es decir que la residente reflexionó

ISBN 978-987-47159-9-9

sobre un aspecto específico de su práctica de enseñanza que produjo resultados destacados (“Ellos tendieron a explicar el movimiento de las partículas lo cual estaríamos en un nivel micro pero el objetivo de la actividad era que observen las modificaciones a nivel Macro es por esto que tuvimos que hacer mención sobre las variables presión temperatura y volumen”). Esos resultados que la residente consideró como destacados fueron recuperados en la instancia de socialización intermedia junto a su pareja pedagógica, instalando el DE entre las mediaciones entre Dominios (“hubo varios aspectos en los que pensábamos que los estudiantes al haberlo trabajado ya lo tenían más claro, por ejemplo, hacían mezcla de niveles”). Los aspectos puestos en diálogo con su pareja pedagógica durante la instancia de socialización intermedia se tradujeron en acciones específicas en su práctica de enseñanza durante la clase 2 (DE-DPr) (“Al comenzar la clase realizamos un repaso sobre la ley de Boyle-Mariotte haciendo hincapié en los errores encontrados en las actividades de la clase”). En la Instancia de socialización intermedia entre la clase 2 y 3, María vuelve a recuperar eventos destacados referidos a este núcleo temático junto a su pareja pedagógica, expresando un vínculo DCo-DE ("También charlamos que a nivel macroscópico en las consignas se realizan descripciones pero que a nivel microscópico se explica el fenómeno y si o si involucra las variables mencionadas en el nivel macroscópico"). Esto se traduce en acciones específicas durante la clase 3 ("Retomamos esta cuestión ya que la consigna de la clase anterior es la que muchos fallaron era la explicación a nivel macroscópico de lo que sucedía en cada uno de las dos situaciones"). La segunda secuencia (color verde) corresponde al núcleo temático “trabajo con gráficos” y los fragmentos de los diarios y sus correspondientes mediaciones entre Dominios se encuentran ejemplificados en la FIGURA 3. Por último, la secuencia indicada en color verde, correspondiente al núcleo temático “trabajo con la noción de proporcionalidad”, se inicia también, con una mediación reflexiva entre el DPr y Dco. Los eventos que destaca María son recuperados en la Instancia de socialización manifestando la vinculación DCo-DE (“La modificación que vamos a introducir para la clase N°3 es que vamos a retomar el simulador y con una tabla adicional vamos a trabajar la proporcionalidad mencionada la clase anterior a modo de fijar ciertos puntos y que ellos completen lo que falta utilizando dicha idea de proporciones”). Finalmente, lo destacado en la instancia de socialización, se traduce en acciones concretas durante la clase 3 (“Luego continuamos con el simulador ya utilizado en las clases anteriores, por lo que los estudiantes ya están familiarizados con su uso, por lo tanto, detectaron rápidamente las variables que tenían que mirar”).

Resulta destacable que entre las clases 3 y 4, aún teniendo en cuenta los diarios de la instancia de socialización intermedia, no se puedo establecer una continuidad temática que permita realizar un análisis longitudinal. Estos diarios correspondieron a la etapa de elaboración, ejecución y corrección de una evaluación sumativa que daba fin a la intervención de la residente en la Institución educativa.

El análisis de contenido de los diarios de la futura docente permitió identificar tres núcleos temáticos principales: el trabajo con niveles de representación, el trabajo con gráficos y el trabajo con la noción de proporcionalidad. Estos núcleos temáticos presentaron una continuidad a lo largo de las clases y las instancias de socialización.

Estos hallazgos están en línea con estudios previos que han aplicado el MICPD para analizar el desarrollo profesional docente en ciencias. Yoon y Kim (2020). encontraron que las reflexiones de los docentes en formación sobre sus prácticas de enseñanza y las discusiones con pares y formadores jugaron un papel clave en su crecimiento profesional. Asimismo, Coenders y Terlouw (2015) destacaron la importancia de las instancias de socialización y retroalimentación en la promoción de cambios en los dominios del MICPD.

Además, los resultados de este estudio resaltan el potencial de la escritura reflexiva para capturar la complejidad y no linealidad del desarrollo profesional docente, en consonancia con investigaciones previas (Zhu, 2021). La perspectiva diacrónica adoptada permite identificar las trayectorias de crecimiento profesional a lo largo del tiempo, complementando los análisis sincrónicos tradicionales (Clarke y Hollingsworth, 2002).

ISBN 978-987-47159-9-9

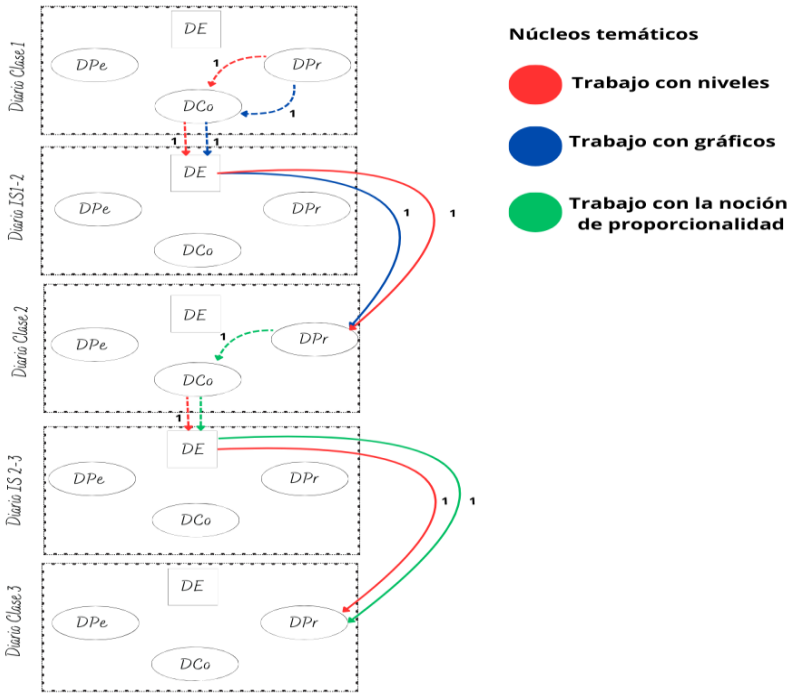


FIGURA 3. *Relaciones entre Dominios identificadas en el análisis diacrónico del contenido. A fines de simplificar el esquema se omiten la clase 4, IS 4-4 e IS4 pues no expresan relaciones entre Dominios. Fuente: elaboración propia*

5. CONCLUSIONES

Este estudio incorpora una perspectiva diacrónica en el análisis de las reflexiones escritas de una futura profesora de química, identificando y caracterizando las mediaciones entre los dominios del Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD) presentes en sus diarios elaborados durante las instancias formativas, con un enfoque en las intervenciones en el aula y los procesos de socialización durante su práctica docente.

A través de la lectura diacrónica de los diarios, se observa que cuando la docente en formación participa en instancias de socialización intermedia con su pareja pedagógica, las interacciones entre el dominio de la práctica (DPr) y el dominio de las consecuencias (DCo) son mediadas por el dominio externo (DE). Las decisiones didácticas relevantes que emergen de una instancia de socialización son recuperadas en la clase siguiente, transformándose en mediaciones con el DPr. Este hallazgo subraya la importancia de emplear lecturas diacrónicas, ya que permiten identificar la presencia del DE en las narraciones de los futuros docentes (Zwart et al., 2007).

Además, este análisis resalta la importancia de promover la continuidad en las decisiones didácticas reflejadas en los diarios de los residentes, destacando la relevancia de una retroalimentación adecuada por parte de los formadores, especialmente en el contexto de la Formación Docente Inicial (Körkkö et al., 2016). La relevancia de incorporar las instancias de socialización con los pares refuerza la importancia de las interacciones con otros actores en los procesos de aprendizaje docente, en línea con lo señalado por Zwart et al. (2007), quienes enfatizan el carácter iterativo del ciclo de planificación, implementación y reflexión en el marco del entrenamiento recíproco entre pares.

El análisis diacrónico realizado permite evidenciar la capacidad del MICPD para capturar la complejidad y la no linealidad del desarrollo profesional docente, al permitir la identificación de múltiples caminos de crecimiento entre los dominios (Clarke y Hollingsworth, 2002). Esta perspectiva complementa y enriquece los análisis sincrónicos, proporcionando una visión más integral de los procesos reflexivos de los futuros docentes (Kapanadze et al., 2021).

Si bien este estudio se centra en el caso específico de una futura profesora de química, sus hallazgos pueden informar el diseño de estrategias formativas que promuevan efectivamente la reflexión y el desarrollo profesional en la formación inicial docente en ciencias. Futuras investigaciones podrían ampliar el alcance de este enfoque, explorando las reflexiones diacrónicas de un mayor número de docentes en formación y en diversos contextos educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bain, J. D., Ballantyne, R., Packer, J., and Mills, C. (2002). Developing reflection on practice through journal writing: Impacts of variations in the focus and level of feedback. *Teachers and Teaching*, *8*(2), 171-196. https://doi.org/10.1080/13540600220127368

Clarke, D., and Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education, 18*(8), 947-967.

Coenders, F. and Terlouw, C. (2015). A model for in-service teacher learning in the context of an innovation. *Journal of Science Teacher Education, 26*(5), 451-470. https://doi.org/10.1007 /s10972-015-9432-5

Farrell, T. S. (2016). Anniversary article: The practices of encouraging TESOL teachers to engage in reflective practice: An appraisal of recent research contributions. *Language Teaching Research*, *20*(2), 223-247. https://doi.org/10.1177/1362168815617335

Harvey, M., Coulson, D. and McMaugh, A. (2016). Towards a theory of the ecology of reflection: Reflective practice for experiential learning in higher education. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, *13*(2).

Hollebrands, K. and Lee, H. (2020). Effective design of massive open online courses for mathematics teachers to support their professional learning. *ZDM, 52*(5), 859-875. https://doi.org/ 10.1007/s11858-020-01142-0

Kapanadze, M., Bolte, C., Schneider, V. and Slovinsky, E. (2021). Enhancing science teachers' continuous professional development in the field of inquiry-based science education. *Journal of Baltic Science Education, 20*(1), 116-133. https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.116

Körkkö, M., Kyrö-Ämmälä, O., and Turunen, T. (2016). Professional development through reflection in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 55, 198-206. https://doi.org/ 10.1016/j.tate.2016.01.014

Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. London: Sage.

Van Woerkom, M. (2003). *Critical reflection at work: bridging individual and organizational learning.* University of Twente.

Voogt, J., Westbroek, H., Handelzalts, A., Walraven, A., McKenney, S., Pieters, J., and Vries, B. (2011). Teacher learning in collaborative curriculum design. *Teaching and Teacher Education, 27*(8), 1235-1244. https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.07.003

Yoon, H. G. and Kim, M. (2020). Collaborative reflection through dilemma cases of science practical work during practicum. *International Journal of Science Education, 32*(3), 283-301. https://doi.org/10.1080/09500690802516538

Zabalza Beraza, M. A. (2004). *Diarios de Clase. Un instrumento de investigación y desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.

Zhu, G. (2021). Promoting teacher reflection through learning to teach in a virtual classroom simulation. *Reflective Practice*, *22*(1),16-31.https://doi.org/10.1080/14623943.2020.1841642

Zwart, R. C., Wubbels, T., Bergen, T. C., y Bolhuis, S. (2007). Experienced teacher learning within the context of reciprocal peer coaching. *Teachers and teaching*, *13*(2), 165-187.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1AVQBvag6wJ8qQLgvsUJU9h5EXUa2Jiqv/view

ISBN 978-987-47159-9-9

UNA ALTERNATIVA INNOVADORA PARA EXPLICAR LOS COLORES EN CLASES EN QUÍMICA INORGÁNICA (COMPLEJOS DE METALES DE TRANSICIÓN)

Jorge Alberto Güida

Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Centro de Química Inorgánica, CEQUINOR (UNLP-CONICET), La Plata, Buenos Aires, Argentina.
guida@quimica.unlp.edu.ar

Resumen

En este trabajo se sugieren prácticas diseñadas para relacionar las longitudes de onda del color observado en un complejo con las asociadas a la absorción, con el fin de facilitar la comprensión de los alumnos de Química Inorgánica. Este método puede aplicarse a cualquier sustancia química coloreada, no limitándose únicamente a los compuestos de coordinación. El método requiere el uso de al menos dos (o tres) láseres de estado sólido con líneas de emisión roja (650 nm), verde (532 nm) y violeta (405 nm) y soluciones de complejos. La radiación láser incide sobre soluciones de cloruro o sulfato de hexaacuocobalto(II) ($[Co(H_2O)_6]^{2+}$ 1 M), sulfato de hexaacuoniquel(II) ($[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ 1 M) y cromato de potasio ($[CrO_4]^{2-}$ 0,1 M) contenidas en tubos de ensayo. Se observa que la solución de cobalto(II) (roja) transmite la radiación roja y violeta pero absorbe la radiación verde. Por otro lado, la solución verde de níquel(II) transmite la línea verde y absorbe las radiaciones roja y violeta. Finalmente, la solución de cromato amarillo absorbe la radiación violeta y permite el paso de las radiaciones verde y roja. En líneas generales, estas evidencias sugieren que los complejos absorben el color complementario al observado.

Palabras clave: *colores; complejos; compuestos de coordinación; absorción de radiación; láser; reflexión de radiación.*

1. INTRODUCCIÓN

Entre los roles multifacéticos del profesor de química está el de intentar ayudar a los estudiantes a pensar, comprender e interpretar los fenómenos observados, con la ayuda de las leyes químicas.

La tarea de explicar los colores de los complejos de metales de transición representa un desafío para el docente de Química Inorgánica, ya que el rango de longitudes de onda del color que se observa no coincide con los de absorción.

Los libros de texto explican el fenómeno de la absorción de la radiación mediante el desdoblamiento orbitales d (tránsitos d-d) en los entornos geométricos correspondientes valiéndose de las teorías del campo cristalino, del campo ligando o de orbitales moleculares. (Cotton, 1983) (D.F. Shriver, 1994) (Housecroft, 2006). Sin embargo, no suele vincularse la radiación absorbida con el color observado por un complejo.

Para clarificar la relación entre el fenómeno de absorción de radiación y los colores observados en este trabajo se propone llevar a cabo una serie de demostraciones simples, empleando soluciones de complejos, de uso común en el laboratorio, junto con punteros láser de diferentes longitudes de onda. La selección adecuada de estas longitudes de onda y las concentraciones de los complejos permite evidenciar claramente cuáles son las longitudes de onda que el complejo absorbe y cuáles se transmiten.

Esta presentación está dirigida principalmente a alumnos de química inorgánica en universidades, profesorados de química, secundario con orientación científica y escuelas técnicas con orientación química. Dado que la demostración no requiere ningún material de laboratorio, es adecuada para ser presentada en clases teóricas.

1.1 Fundamentos

Aunque incompleta, la sencilla teoría de campo cristalino puede explicar satisfactoriamente el desdoblamiento de energía en los orbitales d como resultado de la interacción con los ligantes que se encuentran alrededor del metal de transición en una geometría específica. Se pueden explicar las propiedades magnéticas, la coloración y los espectros electrónicos de estos compuestos mediante este desdoblamiento. Los

ISBN 978-987-47159-9-9

compuestos formados por los elementos representativos (grupos 1-2 y 13-18) rara vez presenta estas propiedades particulares de los elementos de transición. De acuerdo con la geometría del compuesto de coordinación, los desdoblamientos se denominan delta octaédrico (Δ_o), delta tetraédrico (Δ_t) y delta cuadrado plano (Δ_{cp}). Estos tienen una magnitud que suele coincidir con el rango de energía de las ondas electromagnéticas en el espectro visible. Esta situación conduce a la formación de colores que el ojo humano puede ver.

Por lo tanto, si sobre un complejo incide un haz de luz blanca (radiación en el rango del visible, 400-800 nm) solo se absorberán las ondas electromagnéticas o fotones que presenten la misma energía que el delta (Δ) del complejo. La muestra transmitirá o reflejará el resto de la radiación no absorbida. El fenómeno de absorción de radiación implica la excitación de un electrón del nivel inferior al superior como se representa en el esquema de la FIGURA 1. En este ejemplo, para un compuesto químico genérico, la radiación incidente de 532 nm de longitud de onda (color verde), que equivale a 224 kJ/mol, tiene la misma magnitud de energía que la diferencia de energía de los niveles electrónicos E_2-E_1=ΔE. Cuando las energías de la onda electromagnética coinciden con la diferencia de energía de dos niveles, se puede inferir que el campo eléctrico de la onda electromagnética puede excitar un electrón desde el nivel inferior hasta el nivel superior, como se muestra en esa figura.

Como resultado de absorber el fotón el electrón pasa del nivel fundamental E_1 al nivel excitado E_2. Según su geometría, la diferencia ΔE en los compuestos de coordinación se corresponde con los Δ_o, Δ_t o Δ_{cp}.

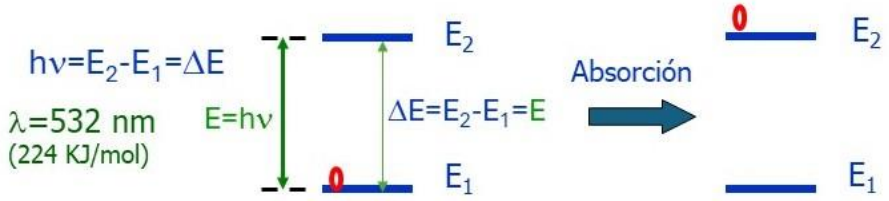


FIGURA 1. *Esquema representativo de la absorción de radiación. Se debe cumplir que h ν=E_2-E_1=ΔE. Un ovalo rojo representa el electrón.*

Lo expuesto en el párrafo anterior puede ser demostrado experimentalmente utilizando complejos sencillos, comúnmente disponibles en los laboratorios, y radiación proveniente de punteros láser de diferentes longitudes de onda.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Se usaron tres tubos de ensayo de aproximadamente 2 cm de diámetro que contienen soluciones acuosas de sulfato o cloruro de cobalto(II) 1 M, sulfato de niquel(II) 1 M y de cromato de potasio 0,1 M. Los tubos de ensayo se cerraron a la llama para evitar la evaporación del solvente y permitir su conservación por largo tiempo dado que son soluciones estables (FIGURA 2). Las concentraciones de los complejos y el camino óptico de los tubos se seleccionaron de tal manera que cuando se produce la absorción de la radiación, el haz incidente no se transmite fuera de la muestra.

La gradilla utilizada tiene capacidad para mostrar la coloración de otros complejos, como el tetraclorocobaltato(II) (azul), el hexaaminaquel(II) (azul), el sulfato o cloruro de hexaacuomanganeso(II) 1 M (ligeramente coloreado, rosa), y el sulfato de hexaacuozinc(II) (incoloro). Algunos de estos complejos se obtienen al reemplazar los ligantes de los complejos iniciales. La comparación de los colores, antes y después de esta sustitución, ilustra cómo el cambio de ligantes afecta las propiedades ópticas del complejo.

Los punteros láser de estado sólido se utilizaron para producir radiación de color rojo (650 ± 10 nm), verde (532 ± 10 nm) y violeta (405 ± 10 nm). Por seguridad la potencia de los láseres continuos debe ser lo más baja posible, idealmente menos de 10 mW. Para su manipulación, deben tomarse las precauciones adecuadas. (Barat, 2006) La potencia del dispositivo no es un requisito para esta experiencia.

Para demostrar la luz reflejada por un objeto de color se utilizó un vaso de poliestireno expandido blanco de diámetro superior 7,5 cm y altura de 9 cm, junto con tres cucharitas plásticas de diferentes colores.

ISBN 978-987-47159-9-9

Los espectros UV-visibles fueron registrados en un espectrofotómetro Chrom Tech CT-5700 series con 2 nm de resolución en el rango 190-1100 nm, utilizando cubetas de cuarzo de 1 cm de paso óptico. El espectrofotómetro fue comandado por el soft UV-Vis Analyst V5-12.

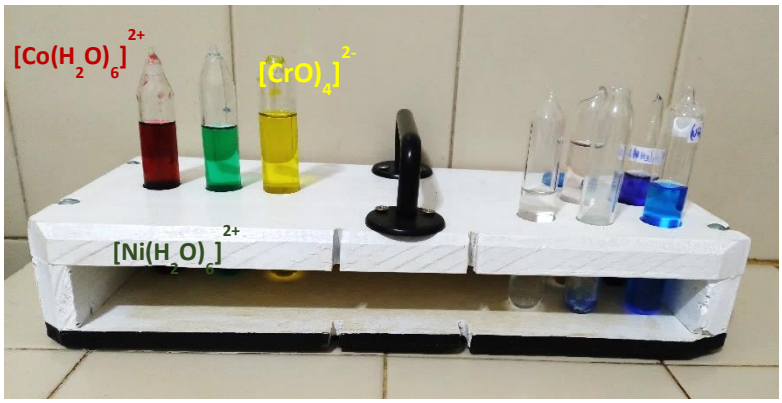


FIGURA 2. *Gradilla con soluciones de complejos de sulfato de hexaacuocobalto(II) 1M, sulfato de hexaacuoniquel(II) 1 M y cromato de potasio 0,1 M.*

3. RESULTADOS

La demostración propuesta muestra la absorción selectiva de radiación, conforme a los fundamentos desarrollados en la Sección 1.1. Consiste en observar si la radiación láser que incide sobre los tubos de ensayo es transmitida a través del complejo o si es absorbida por él, lo que impediría que el haz atraviese la solución.

Se usaron punteros láser que emiten radiación roja (650 nm), verde (532 nm) y violeta (405 nm) y tubos de ensayo conteniendo soluciones de complejos de sulfato de hexaacuocobalto(II) 1M, sulfato de hexaacuoniquel(II) 1 M y cromato de potasio 0,1 M, de acuerdo a lo indicado en la Sección 2.

Cuando se hace incidir radiación roja o violeta sobre el tubo conteniendo solución roja de hexaacuocobalto(II) se observa que los dos haces la atraviesan. Sin embargo, cuando incide radiación verde, esta es absorbida completamente por la solución (ver FIGURA 3). En el caso de la solución verde de hexaacuoniquel(II) un haz de luz verde la atraviesa, mientras que la luz roja es casi completamente absorbida y la violeta absorbida en su totalidad. Finalmente, en una solución de cromato (amarilla), tanto la radiación verde como la roja son transmitidas, mientras que la radiación violeta es completamente absorbida por el complejo. De estos resultados se puede concluir que, cuando los complejos son iluminados con radiación del mismo color del complejo, la radiación se transmite. En cambio, cuando el complejo es irradiado con luz del color complementario, esta es absorbida, siempre y cuando exista una única absorción de radiación en la región visible.



FIGURA 3. *Comportamiento del complejo de $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ iluminado por las radiaciones láser de 650, 405 y 532 nm. Puede observarse que solo la radiación de color verde es absorbida por el complejo.*

ISBN 978-987-47159-9-9

El fenómeno descrito anteriormente puede generalizarse utilizando la rueda cromática representada en la FIGURA 4 (Orna, 1980). Por ejemplo, un complejo que absorbe la radiación verde (región espectral 480-560 nm) se percibe del color complementario, que es el rojo, opuesto al verde en la rueda cromática.

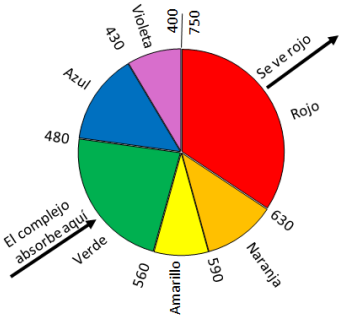


FIGURA 4. *Rueda cromática con la disposición de los colores complementarios en la región del visible.*

El complejo de hexaacuocobalto(II) (rojo) no absorbe la radiación rojo o violeta sino la verde, que es el color complementario del rojo (ver FIGURA 4). El cromato (amarillo) no absorbe la radiación roja o la verde, sino la violeta, que es el color complementario del amarillo. En el caso del complejo hexaacuoniquel(II), que es verde, no absorbe el verde sino el rojo (complementario del verde). Además, este complejo también absorbe la radiación violeta, hecho que se explicará más adelante con el análisis de espectros electrónicos. Cabe señalar que la coloración del ion cromato no se debe a transiciones d-d, sino a transiciones electrónicas de transferencia de carga. (Housecroft, 2006)

En consecuencia, se puede concluir que el ojo humano percibe los colores del espectro visible que no son absorbidos por el complejo. Esta conclusión se aplica no solo a los compuestos de coordinación, sino a cualquier tipo de compuesto químico.

La demostración con complejos y láseres permite introducir en una clase teórica los conceptos de absorbancia y transmitancia para posteriormente presentar la ley de Lambert-Beer.

Los espectros electrónicos de los tres complejos (absorbancia vs longitud de onda (nm)) se muestran en la FIGURA 5, donde se ha marcado con barras verticales las longitudes de onda de los láseres utilizados para superponer con las áreas de absorción y efectuar su análisis.

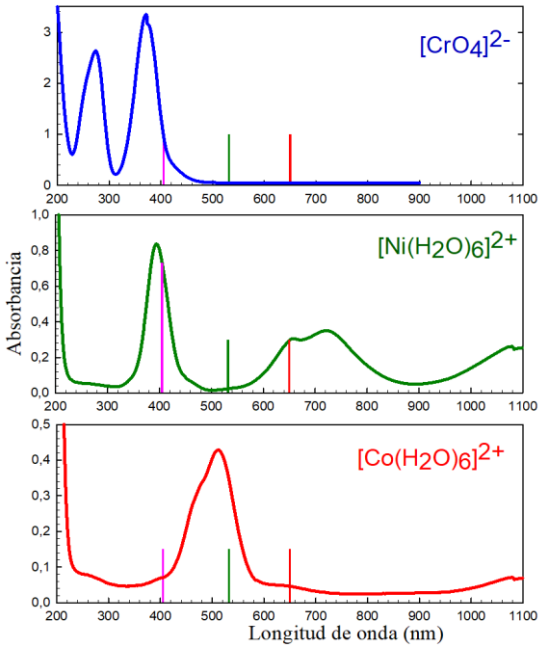


FIGURA 5. *Espectros electrónicos de cloruro de hexaacuocobalto(II) 0,0801 M, sulfato de hexaacuoniquel(II) 0,1514 M y cromato de potasio 1,0 10^{-3} M. En cada espectro se marca con barras verticales la longitud de onda de los láseres usados en la demostración.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Es así que el hexaacuocobalto(II) no absorbe las radiaciones de 405 y 650 nm, ya que estas longitudes de onda no se encuentran dentro de la banda de absorción del complejo; sin embargo, la luz verde de 532 nm si es absorbida por este compuesto. El cromato de potasio no absorbe las radiaciones de longitud de onda larga a 532 y 650 nm, porque los picos de las bandas de absorción están en el ultravioleta, el más cercano al visible está centrado en aproximadamente 370 nm. No obstante, absorbe la radiación de 405 nm, ya que esta longitud de onda cae dentro de la banda de absorción. Por otro lado, el complejo hexaacuoniquel(II) no absorbe la radiación de 532 nm porque esta longitud de onda corresponde a una región de mínimos de absorbancia, pero si absorbe las radiaciones de 405 y 650 nm ya que caen dentro de las bandas de absorción con máximos a aproximadamente 390 y 680 nm.

Vale la pena detenerse en el espectro del $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ para explicar por qué razón se observó que una pequeña parte de la radiación de 650 nm es transmitida por el complejo mientras que la de 405 nm no, siendo que ambas líneas caen dentro de bandas de absorción de la muestra. Las absorbancias a esas dos longitudes de onda para una solución de hexaacuoniquel(II) 0,1514 M son las siguientes A_{650} =0,295; A_{405} = 0,733, siendo la relación A_{650}/A_{405} =0,402. Es decir que a 650 nm se absorbe menos de la mitad de la radiación que a 405 nm. Esto explica por qué razón no toda la radiación a 650 nm es absorbida por la solución.

Por otro lado, la intensidad de luz transmitida (I_t) en los complejos de la gradilla puede calcularse a mediante la ley de Lambert-Beer, empleando la siguiente expresión: $I_t(\lambda) = I_0\ 10^{-\varepsilon(\lambda)c.l}$, donde I_0 simboliza la intensidad incidente (mW), ε el coeficiente de extinción molar ($M^{-1}cm^{-1}$), c la concentración molar y l (cm) el paso óptico.

Usando esa ecuación es posible estimar la intensidad de luz transmitida en la solución de Ni(II) 1M para las dos longitudes de onda láser en 405 y 650 nm donde se produce absorción de radiación. En este ejemplo supondremos un paso óptico de 1 cm y una intensidad luz incidente de 20 mW. Para las longitudes de onda de 405 y 650 nm, los coeficientes de extinción molar son 4,84 y 1,95 $M^{-1}cm^{-1}$, respectivamente. Los valores calculados para la intensidad de luz transmitida son: I_t(405 nm) = 2,9 10^{-4} mW y I_t(650nm) = 0,23 mW. Entonces, se podría considerar despreciable la intensidad de radiación que atraviesa la solución a 405 nm, pero no a 650 nm. Esto justifica que una fracción mínima de la luz incidente sea transmitida a esa longitud de onda. Además, tal como se evidenció en la práctica, el cálculo de la cantidad de luz transmitida en los otros tubos de ensayo resulta innecesaria cuando existe absorción, debido a los valores de los valores altos de los coeficientes de extinción molar y las concentraciones de las soluciones.

Para confirmar que se percibe el color reflejado por el complejo, basta con colocar el tubo de alguno de los complejos o una cucharita plástica coloreada dentro de un vaso de poliestireno blanco, cuando el entorno está iluminado con luz blanca (ver FIGURA 6A). Al introducir el objeto coloreado, se observa una disminución de intensidad de luz dentro del vaso a consecuencia de la absorción de radiación y además el vaso se tiñe ligeramente con el color del objeto introducido. La pared interna del vaso colecta la radiación reflejada, no absorbida, por este objeto. Este efecto se ilustra en la FIGURA 6B, que muestra la intensidad de luz y el color de la radiación dentro del vaso, tanto en ausencia de la cucharita como en presencia de ella. (Barat, 2006)



FIGURA 6. (A) Vaso de poliestireno expandido y cucharitas usados para demostrar la luz reflejada por un objeto. (B) Pared interna del vaso recibiendo la radiación reflejada por el color de la cucharita introducida.

4. CONCLUSIONES

La demostración con láseres de este trabajo muestra que los complejos de coordinación absorben radiación visible en longitudes de onda diferentes a las de los colores que se observan. En primera aproximación

ISBN 978-987-47159-9-9

se puede afirmar que observa el color complementario del absorbido. Se demuestra que los cuerpos coloreados reflejan el color observado al introducir la cucharita de color dentro de un vaso blanco. La pared interna del vaso colecta la radiación reflejada por este objeto.

En resumen, los colores de los complejos de metales de transición son el resultado de la absorción de ciertas longitudes de onda de luz a causa del desdoblamiento de los orbitales d; la luz que se refleja o se transmite da como resultado el color que vemos.

Estas demostraciones parecen ser una buena introducción a la explicación de la ley de Lambert-Beer en las clases teóricas de química inorgánica. Se mostró que la radiación láser se absorbió cuando la longitud de onda caía dentro de alguna de las bandas electrónicas del complejo. Por lo tanto, se puede proporcionar una descripción más detallada del tema durante el análisis de los espectros electrónicos de estos complejos, como se mostró en la FIGURA 5.

Finalmente, se pueden adaptar estas demostraciones a otros tipos de compuestos químicos coloreados, como los orgánicos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las autoridades del Departamento de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Plata y a CEQUINOR (Centro de Química Inorgánica, UNLP-CONICET) por el financiamiento de este artículo. También se agradece al Programa PROMEI (Programa de Mejoras de la Enseñanza en las Ingenierías), Facultad de Ingeniería, UNLP por la compra del espectrofotómetro UV-visible. Finalmente se agradece a la Sra. Silvia G. Luna por su colaboración en el acondicionamiento y pintura de la gradilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barat, K. (2006). *Laser Safety Management.* Taylor and Francis.

Cotton, F. A. (1983). *Química Inorgánica Avanzada.* New York: John Willey and Sons.

D.F. Shriver, P. A. (1994). *Inorganic Chemistry* (Second Edition ed.). Oxford: Oxford University Press.

Housecroft, C. E. (2006). *Química Inorgánica* (2da Edición ed.). Madrid: Pearson.

Orna, M. V. (1980). Chemistry and Artists' Colors. Part 1 Light and color. *Journal of Chemical Education, 57*, 256-258.

Video **Enlace al video explicativo del trabajo presentado**
https://drive.google.com/file/d/1cY4aSe8HYPYV-vJDela_vGsjp05xDr0E/view

ISBN 978-987-47159-9-9

HERRAMIENTAS BÁSICAS DE QUÍMICA: EXPERIENCIAS EN EL CAMBIO CURRICULAR Y LOS NUEVOS DESAFÍOS EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA UNIVERSITARIA

María Belén Pérez Adassus

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
belen.adassus@uns.edu.ar

Leandro Federico Fortunato

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
leandro.fortunato@uns.edu.ar

Alejandra Silvina Diez

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
alejandra.diez@uns.edu.ar

Resumen

Este trabajo analiza dos años consecutivos desde la creación de la asignatura Herramientas Básica de Química y que aspectos debieron mejorarse para la implementación de ejes disciplinares de manera contextualizada, teniendo en cuenta el grupo de estudiantes y los nuevos desafíos en enseñanza de ciencia con enfoque en tecnología, sociedad y ambiente (CTSA). En el primer año se desarrollaron los conceptos de técnicas de estudio, seguridad en el laboratorio, herramientas informáticas básicas y operaciones básicas de laboratorio de manera independiente lo que derivó en una falta de conexión entre los temas de la asignatura. En el segundo año, se implementaron cambios teniendo en cuenta los resultados del primero, basándonos en procesos de reflexión sobre las prácticas y observando las evaluaciones de les estudiantes. Se introdujo el análisis de textos históricos, con noticias globales y locales, actividades prácticas de laboratorio que permitieran procesos de observación y argumentación, buscando desarrollar así, los demás ejes de manera integral y transversal en la currícula. Se concluyó la materia con la realización de un proyecto final que interrelacionara competencias, trabajo colaborativo, así como también la contextualización de los conceptos disciplinares propios de química.

Palabras clave: *comunicación efectiva; habilidades sociales; Integración curricular; laboratorio de química; enfoque CTSA.*

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química enfrenta múltiples problemáticas que afectan tanto la calidad de la educación como el interés y el desempeño de les estudiantes. Uno de los problemas principales es la falta de relevancia percibida por parte del estudiantado, puesto que encuentran difícil conectar los conceptos abstractos de la química con situaciones cotidianas y sus aplicaciones prácticas. Esta desconexión puede disminuir el interés y la motivación de les estudiantes en la materia. (Nakhleh, M. B., 1992). La química, además, es como un nuevo lenguaje que involucra muchos conceptos abstractos que no son fácilmente visibles. Estas abstracciones pueden ser difíciles de comprender sin modelos visuales adecuados y experimentos prácticos que refuercen el aprendizaje (Taber, K. S. ,2002). A menudo, los métodos tradicionales de enseñanza en química, como la memorización de fórmulas y la realización de ejercicios repetitivos, no fomentan una comprensión profunda ni habilidades prácticas. Las estrategias pedagógicas que promuevan la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos han demostrado ser más efectivas, pero siguen siendo poco aplicadas en la enseñanza universitaria (Gabel, D. L., 1999). La enseñanza de la química se enfrenta a desafíos significativos que requieren una atención cuidadosa y soluciones innovadoras. Frente a esto, coincidimos, como postulan Hernández & Zacconi (2010), en la importancia del proceso de alfabetización científica y tecnológica, donde el estudiantado

pueda adquirir estrategias que les permitan no sólo incorporar saberes, sino profundizar y ampliar el campo de conocimientos durante toda su vida (Hernández & Zacconi, 2010). Por lo cual, resulta relevante un enfoque que contextualice la enseñanza de las ciencias dentro de la sociedad en la que se desarrolla, para generar pertenencia e interés. En este sentido, como plantean las autoras, la orientación Ciencia Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) surge como una perspectiva actual y valiosa para la educación científica y tecnológica de todos los ciudadanos: "los aprendizajes en el aula tienen que relacionarse necesariamente con la vida cotidiana en los contextos tecnológicos, sociales y culturales del entorno de los alumnos" (Hernández & Zacconi, 2010. p.5)

La cátedra de Herramientas Básicas de Química, correspondiente al primer año y primer cuatrimestre del nuevo plan de estudios de la Licenciatura en Química de la Universidad Nacional del Sur, está diseñada para ajustarse a los contenidos curriculares básicos definidos por la Resolución 1552/2021 del Ministerio de Educación de Argentina. Esta asignatura no solo responde a las características de les estudiantes que ingresan en las Ciencias Químicas, sino también a las competencias requeridas por la industria y el mercado laboral. En este espacio académico, se promueve la reflexión sobre los hábitos de estudio y la adquisición de habilidades en operaciones básicas de laboratorio, además de familiarizarse con las condiciones laborales de la disciplina. Se desarrollan herramientas de comunicación oral y escrita, esenciales para mejorar la expresión y presentación de ideas en contextos académicos y profesionales. La cátedra también está disponible para estudiantes del Profesorado en Química y se ofrece como una opción electiva para aquellos que realizan un trayecto formativo para ingresar a la carrera de Medicina. Con el objetivo de responder a las necesidades y características de les estudiantes actuales, la asignatura se organiza en cuatro ejes temáticos: i) hábitos de estudio; ii) seguridad en el laboratorio; iii) herramientas informáticas básicas; y iv) operaciones rutinarias de laboratorio. El primer eje busca promover el desarrollo de habilidades que favorezcan un aprendizaje personal y autónomo, fomentando en les estudiantes el análisis, la reflexión y el pensamiento crítico, con el fin de mejorar su rendimiento académico durante los primeros años de formación universitaria. El segundo eje se enfoca en proporcionar a les estudiantes conocimientos sobre higiene y seguridad laboral, preparándoles para prevenir accidentes y reaccionar de manera adecuada ante emergencias, al tiempo que desarrollan su actividad profesional de manera responsable con el ambiente. El tercer eje tiene como objetivo familiarizarse con las herramientas informáticas básicas necesarias para procesar y presentar los resultados del trabajo de laboratorio. Finalmente, el cuarto eje busca que les estudiantes practiquen operaciones sencillas en el laboratorio químico, obtengan resultados con precisión, planifiquen su trabajo experimental y adquieran el hábito de registrar de manera ordenada y clara sus observaciones y conclusiones. Todos estos ejes están interrelacionados y actúan de manera transversal en su formación, proporcionando una base integral que les permite desarrollar competencias técnicas, académicas y emocionales a lo largo de su trayectoria educativa. Se entiende por competencia a la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales (CONFEDI, 2014). Resulta entonces clave preguntarnos: ¿cómo podemos enseñar de manera contextualizada, relevante, como incorporar estos contenidos frente a los nuevos desafíos que requiere la currícula pero que también exigen les estudiantes? Coincidimos con Silvia Porro cuando plantea:

> *El objetivo de la educación científica es la formación general de la ciudadanía, que vive en un mundo construido en parte, por el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Esto implica que los y las docentes deben prepararse para formar una ciudadanía capaz de tomar decisiones relacionadas con el manejo y el control de la ciencia y la tecnología, tanto si van a ser profesionales que las desarrollan, como si van usar las mismas*. (Porro, 2022, p.4)

En este sentido el rol docente es clave, ya que antes bastaba con transmitir contenidos, pero ahora hay que facilitar un aprendizaje activo de parte del estudiantado. Y en palabras de Porro: *"Por lo tanto, no solo debe modificarse la currícula, sino también el perfil de quienes dictan clases en el nivel universitario… Para modificar un plan de estudios, no solo hay que cambiar el listado de asignaturas a dictarse sino, además, pensar en una nueva forma de enseñanza.* (Porro, 2022, p.5). Sumado a estos desafíos, también existen marcadas diferencias generacionales, entre el grupo de estudiantes y docentes, que influyen significativamente en la educación superior. La **FIGURA 1** muestra una representación gráfica de las diferentes Generaciones según la fecha de nacimiento. Les docentes, pueden incluirse dentro de la *Generación X y Generación Y (*conocidos comúnmente

ISBN 978-987-47159-9-9

como *Millennials*), mientras que les estudiantes encajan mejor en la denominada *Generación Z.* Es necesario notar que existe una diferencia importante entre la inclinación hacia la tecnología por parte de les estudiantes, que demandan una integración digital más profunda en el aprendizaje y les *Millennials* que buscan una mayor flexibilidad y opciones de aprendizaje continuas (Jones, 2023a; Jones, 2023b; Niksic, 2021). Creemos importante entonces poder adaptarnos a estas necesidades diversas, facilitando entornos que fomenten tanto la colaboración como el desarrollo de habilidades interpersonales (Kim et al., 2022a). En la *Generación Z* hay una gran apropiación de herramientas tecnológicas e internet, tienen gran diversidad cultural y apertura hacia diferentes identidades y estilos de vida. Sin embargo, su profunda dependencia de la tecnología puede afectar negativamente sus habilidades interpersonales y su capacidad para mantener la concentración, por esto el rol docente en articular el aprendizaje es sumamente importante (Kim et al., 2022b).

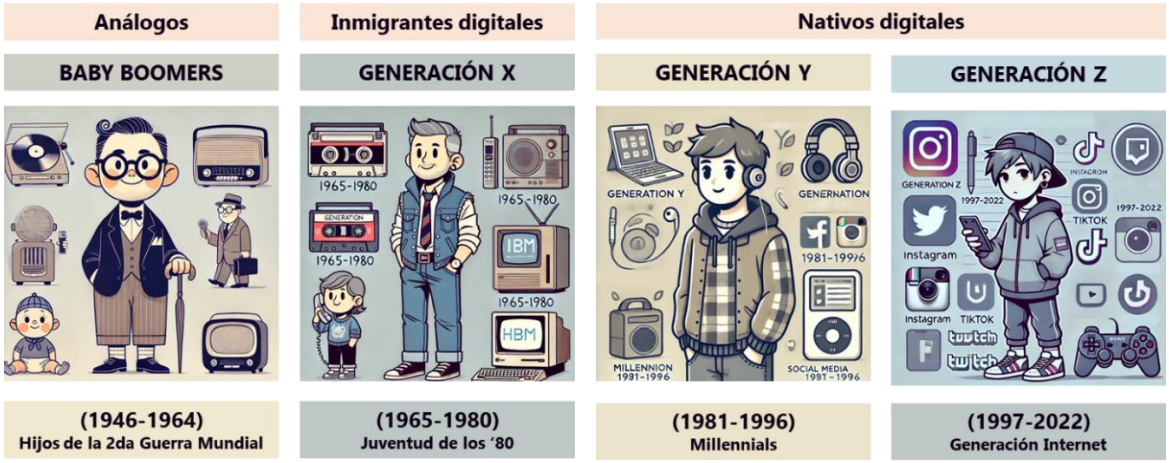


FIGURA 1. *Clasificación de las distintas Generaciones de acuerdo a la fecha de nacimiento.*

2. OBJETIVO

Los objetivos de esta asignatura son promover el desarrollo de competencias como argumentación, expresión oral y comprensión de textos específicos de la disciplina. Además, se busca fomentar el trabajo colaborativo y autónomo. Asimismo, desarrollar habilidades operativas para realizar trabajos experimentales, incorporar actitudes y comportamientos fundamentales para la seguridad en el laboratorio y aplicar herramientas informáticas básicas en la presentación de resultados. También, desarrollar habilidades de estudio y competencias blandas que permitan una construcción gradual de estudiante universitario.

3. METODOLOGÍA

La asignatura tiene un enfoque teórico-práctico que fomenta la interacción continua de experiencias y conocimientos. Los contenidos se imparten de manera presencial, complementados con una plataforma virtual en Moodle, donde se carga el material trabajado en clase y se facilita la comunicación entre docentes y estudiantes. Además, se motiva a les estudiantes a profundizar en los temas abordados, promoviendo la consulta constante de bibliografía relevante.

Durante el primer año, el dictado de la materia se basó en un único día para la teoría y la práctica. La clase tenía una duración estimada de 4 horas, utilizando 2 horas para cada uno de los bloques mencionados. El objetivo de la misma fue comenzar con el desarrollo y discusión sobre técnicas de estudio, organización del tiempo, vida universitaria. Luego se continuó con el eje de seguridad en laboratorio y uso de herramientas digitales. Finalmente, se concluyó con las experiencias prácticas de laboratorio. Lo que comenzamos a notar fue una gran brecha entre la parte teórica y la práctica, un cansancio lógico por concentrar todo en un mismo día y falta de motivación por parte de algunos estudiantes, entre otras cuestiones, lo que conllevó a una gran

ISBN 978-987-47159-9-9

deserción en la parte práctica. De esta primera experiencia se recogieron muchos resultados, los cuales sirvieron como espacio de reflexión de la cátedra para implementar cambios.

En el segundo año se separaron en dos días diferentes el módulo de lineamientos teóricos y el módulo de práctica. También se invirtieron el orden de actividades, comenzando con la lectura de textos históricos sobre accidentes químicos a nivel global y local. Los mismos se ordenaron de manera temporal desde los comienzos de la revolución industrial hasta la actualidad, fueron redactados por la cátedra basándonos en noticias, pero con la intención de dejar "espacios abiertos" para fomentar la búsqueda bibliográfica sobre lo sucedido en esos eventos. También se trabajó con preguntas que invitaran a la reflexión grupal. Esta actividad fue importante para habilitar el diálogo y la construcción de argumentos. Se organizaron comisiones de 2 a 3 estudiantes y trabajaron con guías de laboratorio de manera autónoma, sin seguir un esquema fijo, sino trabajando en la observación de fenómenos y en las múltiples posibilidades de experimentación propias de la ciencia química. Se establecieron tiempos de actividades, se realizaron puestas en común y desafíos al finalizar cada encuentro. De manera integrada en las prácticas de laboratorio, se fueron introduciendo todas las competencias como argumentación científica, trabajo colaborativo, independencia, responsabilidad, etc.

Para trabajar las habilidades de comunicación oral y escrita, se les propuso que realicen un proyecto grupal de investigación final en formato de monografía sobre temas químicos relacionados con un enfoque CTSA, incluyendo los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y los principios de Química Verde. El objetivo de esta monografía fue buscar que relacionen todos los conceptos vistos y aprendidos en la materia con el proyecto, con sus intereses personales y con su entorno. El trabajo escrito debía seguir ciertos lineamientos de formato, para que puedan incorporar la búsqueda de bibliografía académica y reconozcan como citarla, además del uso de programas y de plataformas digitales. Finalmente, se concluyó con la verbalización de sus trabajos escritos, de manera de poner en práctica la oralidad, así como también la escucha y participación activa entre pares.

La evaluación de la asignatura fue continua y constó de dos exámenes parciales, la resolución de desafíos durante el cuatrimestre (algunos experimentales y otros basados en la resolución de problemas), y la entrega y presentación del proyecto de investigación. Este modo de evaluación permitió que cada estudiante pueda ir evaluando su progreso. Cada actividad —parcial, desafío, o proyecto de investigación— tuvo un puntaje que contribuyó a la nota final. Para aprobar la asignatura, fue necesario alcanzar al menos el 60 % del puntaje total. Les estudiantes que no lograron ese porcentaje debieron realizar un examen recuperatorio integrador al final del cuatrimestre, el cual debía ser aprobado con un puntaje igual o superior al 60 %.

4. RESULTADOS

La evaluación de las experiencias de les estudiantes es una herramienta fundamental para el mejoramiento continuo de la calidad educativa; se utilizaron los resultados de varias encuestas de cátedra para recopilar información detallada sobre las percepciones, aprendizajes y recomendaciones de les estudiantes con respecto al cursado de la asignatura Herramientas Básicas de Química. Mediante el recurso de la encuesta, se evaluaron los siguientes ejes: Experiencia Personal, Aprendizaje y Aspectos Motivadores e Inspiradores.

La FIGURA 2 muestra una gráfica comparativa de algunos de los ítems que les resultaron más útiles durante el cursado de la misma.

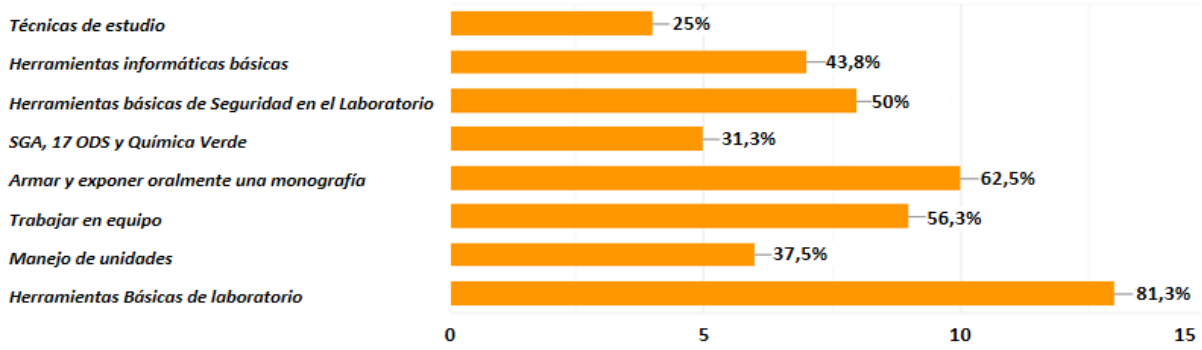


FIGURA 2. *Gráfica comparativa de ítems más útiles en el curso de Herramientas Básicas de Química (2024)*

ISBN 978-987-47159-9-9

Uno de los aspectos más destacados fue la seguridad en el laboratorio, subrayando la importancia de manipular sustancias químicas de manera segura para prevenir accidentes. Además, algunos estudiantes señalaron el valor de aprender sobre los principios de la química verde, reconociendo la relevancia de prácticas sostenibles. El trabajo en equipo también fue muy valorado (56,3%), ya que permitió desarrollar habilidades de colaboración e intercambio de ideas con pares. Por último, la mayoría de les estudiantes (81,3%) apreciaron las prácticas de laboratorio, pues consideraron que estas actividades reforzaron y complementaron de manera significativa los conocimientos teóricos adquiridos en clase.

Esto nos da una idea de la importancia también de aprender de manera contextualizada y práctica, como se pueden desarrollar de manera transversal los demás contenidos y las habilidades blandas que eran un requerimiento en el cambio de plan de estudios. Como plantea Adúriz-Bravo, es necesaria una reflexión al nivel de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, para ello la contextualización socio histórica que abordamos al comienzo del curso fue clave en el sentido (Adúriz Bravo, 2012) Utilizar textos de desastres químicos históricos a nivel mundial y local, permitió trabajar de manera transversal los contenidos de seguridad en el laboratorio y comunicación, además de contextualizar en hechos reales. Por otro lado, como plantea Adúriz-Bravo el uso reflexivo de los procedimientos científicos de naturaleza cognitivo-lingüística se da en el ejercicio de "aprender a hablar y escribir ciencia", donde les estudiantes, pero también les docentes, aprendemos más cuando podemos argumentar y explicar fenómenos con lenguaje propio de la disciplina. Por ello, la monografía como trabajo final brindó la oportunidad de explorar y desarrollar habilidades en la escritura, la comunicación oral y la argumentación. En sus apreciaciones les estudiantes las valoraron, pero, aún más, sugirieron abordar sus propias temáticas, apropiándose de esta manera de la construcción de conocimiento con una fuerte relación en sus propios intereses: *"Al momento de la monografía estaría bueno que podamos ser libres de elegir el tema a exponer, pero a su vez que la cátedra cuente con una lista de temas para aquellas personas que prefieran se le imponga el tema."* La comunicación efectiva se considera el puente entre el ámbito de la ciencia y la sociedad, y que en asignaturas donde se enseña química, el vocabulario es importante dado que es específico y cada estudiante debe ir construyéndolo para poder fundamentar las observaciones (Campos, 2022; Pardo, 2016). Les estudiantes indicaron que las experiencias obtenidas en las presentaciones orales serán clave para mejorar sus habilidades de comunicación, tanto en exposiciones académicas como en contextos profesionales. Esto se ve reflejado en la FIGURA 2 puesto que un 62,5% de les estudiantes encuestados destacó la presentación oral de una monografía como un ítem sumamente importante durante el curso y en expresiones del tipo *"Planeo usar mucho los consejos de técnicas de estudio, hacer una monografía fue muy útil y ayuda a liberar y acostumbrar el exponer oralmente frente a todos.",* también rescatadas de la encuesta realizada.

Entre los elementos más motivadores e inspiradores que les estudiantes destacaron se encuentra la actitud y el enfoque del equipo docente: "*Los profesores se mostraron accesibles y comprensivos, lo que contribuyó a crear un ambiente de confianza que facilitó el aprendizaje*." Además, la metodología del curso, que incluyó desafíos prácticos y experiencias en laboratorio, mantuvo a les estudiantes comprometidos y motivados a lo largo de la asignatura, fomentando su interés por los contenidos y su deseo de aplicarlos en situaciones futuras. Coincidimos con Hernández y Zacconi en la necesidad de revalorizar la Química, transmitiendo la importancia de esta disciplina no sólo en el ámbito profesional, sino para la vida. Por otro lado, para que exista la construcción del conocimiento, coincidimos con las autoras en que es necesario fomentar la observación, pero también *"proporcionar una ruta a seguir, ya que dejarlos librados al descubrimiento puede llevar a que se pierdan o incluso a que se aburran"* (Hernández & Zacconi, 2010 p.13). Entonces como docentes formadores es clave nuestro rol en la articulación del trabajo en equipo, en contextualizar los conceptos y en guiar esa construcción, que no deja de ser personal en cada estudiante.

5. CONCLUSIONES

En conclusión, consideramos fundamental llevar a cabo una reflexión continua sobre las prácticas docentes, lo que permite realizar ajustes durante el desarrollo de las materias y, a su vez, propiciar cambios profundos en la enseñanza. La retroalimentación, basada en el análisis de encuestas y el espacio brindado a los comentarios del estudiantado, resulta extremadamente valiosa, ya que nos permite comprender mejor las

características y los intereses generacionales. Debemos estar atentos a las demandas educativas que expresan, así como a las temáticas relevantes tanto para la sociedad actual como para el medio ambiente y los seres humanos. No se trata solo de transmitir conocimiento, sino de construir habilidades para pensar y hacer. Las competencias deben enfocarse en formar no solo buenos profesionales, sino también buenas personas, orientadas hacia el desarrollo humano. La Generación Z, caracterizada por su cercanía con la tecnología y su preocupación por temas como la justicia social y el cambio climático, demanda un enfoque educativo que conecte directamente con sus intereses y realidades. Implementar un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) en las clases responde a esta necesidad, ya que no solo permite profundizar en el conocimiento del mundo real y discutir problemáticas ambientales y sociales, sino que también fomenta habilidades clave para la Generación Z, como la capacidad de observar, escuchar y argumentar críticamente. Esta generación valora la creatividad, la participación y el sentido de pertenencia, por lo que es crucial ofrecerles espacios donde se sientan parte activa de la vida universitaria y la sociedad. Además, el enfoque CTS les anima a cuestionarse a sí mismos, desarrollar una ética sólida y encontrar un propósito en sus prácticas, dentro y fuera de los laboratorios. A través de estos enfoques, podemos adaptarnos mejor a las necesidades de la Generación Z, que busca una educación que no solo forme profesionales competentes, sino también personas comprometidas con el desarrollo humano y social.

AGRADECIMIENTOS

Les autores de este trabajo agradecen al Departamento de Química y a la Universidad Nacional del Sur.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz-Bravo, A. (2012). Competencias: epítome en la didáctica de las ciencias naturales. *En: A.C. Zambrano y C. Uribe (comp.) (2012). La formación de educadores en ciencias en el contexto de la investigación en el aula*. Segundo Congreso Nacional de Investigación en Ciencias y Tecnología, 21 al 25 de junio de 2010. Cali: Educyt https://doi.org/10.55767/ 2451.6007.v29.n2.18801

Campos, A. (2022). Comunicación efectiva de la ciencia: ¿qué es y cómo ayuda a los científicos a mejorar su carrera y cumplir objetivos de impacto social? *Revisión de la literatura. Hipertext.net,* (24), 23-39. https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2022.i24.03

Confedi (2014). Documentos de Confedi. Competencias en Ingeniería. https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf

Gabel, D. L. (1999). *Pedagogical content knowledge: An introduction and framework for research on chemistry teaching. In J. G. Hiebert, D. L. Gabel, & M. M. R. White (Eds.), The teaching and learning of science* (159-179). Lawrence Erlbaum Associates.

Hernández, S. y Zacconi, F. (2010) Competencias básicas: Alfabetización científica. Química al alcance de todos. *Congreso iberoamericano de educación, Metas 2021.* https://www.adeepra.org.ar/congresos/Congreso%20IBEROAMERICANO/COMPETENCIASBASICAS/RLE3304_Hernandez.pdf

Jones, R. (2023a). *Generación Z y la tecnología: Un estudio contemporáneo.* Innovación Digital.

Jones, R. (2023b). Generation Z and the digital revolution. *Journal of Modern Education, 14*(1), 12-27.

Kim, S., Lee, J., & Park, H. (2022a). Social acceptance and diversity in Generation Z. *Social Psychology Review, 33*(4), 201-220.

Kim, S., Martínez, L., & Torres, J. (2022b). Diversidad y aceptación en la Generación Z. *Revista Cultural, 18*(2), 45-67.

Ministerio de Educación. (2021). Resolución 1552/2021. Boletín Oficial de la República Argentina. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/244509/20210518?busqueda=1

Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education, 69*(3), 191-197. https://doi.org/10.1021/ed069p191

Niksic, M. (2021). Desafíos del profesor de ciencias frente a estudiantes Millennials y Post-Millennials. *REXE 20*(44) (2021), 285-311. http://revistas.ucsc.cl/index.php/rexe

Pardo, J.Q. (2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua? *Educación química*, *27*(2), 105-114. http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.10.002

Pérez, M., & Smith, A. (2022). *La comunicación digital en la era Z*. Comunicación Global.

Porro, S. (2022). Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la Química… y más. *Nuevas Perspectivas. Revista De Educación En Ciencias Naturales Y Tecnología.*, *1*(1). Recuperado a partir de https://revistanuevasperspectivas.aduba.org.ar/ojs/index.php/nuevasperspectivas/article/view/12

Taber, K. S. (2002). *Chemical misconceptions: Prevention, diagnosis and cure*. Royal Society of Chemistry. https://doi.org/10.1039/9781847554571-00001



Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1jgom_i7_d9BKTN9KNsujj74Ekqon-hRQ/view

ISBN 978-987-47159-9-9

REPRESENTACIONES SOCIALES SOBRE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO DE ESTUDIANTES DE UNA ESCUELA TÉCNICA

María José Flores Córdoba

Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes de la Universidad Nacional de San Juan (IIECE, FFHA.UNSJ), San Juan, Argentina.
qui.floresmariajose@gmail.com

Erica Gabriela Zorrilla

Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes de la Universidad Nacional de San Juan (IIECE, FFHA.UNSJ) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), San Juan, Argentina.
ericagabriela@gmail.com

Claudia Alejandra Mazzitelli

Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes de la Universidad Nacional de San Juan (IIECE, FFHA.UNSJ) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), San Juan, Argentina.
mazzitel@ffha.unsj.edu.ar

Resumen

La educación técnica se distingue por integrar teoría y práctica en la formación de los futuros egresados. El espacio curricular Química es básico en los planes de estudio de algunas de las distintas especialidades técnicas. Dado que el estudio de la Química presenta, en ocasiones conceptos difíciles de comprender es que se considera a los trabajos prácticos de laboratorio como una alternativa a la enseñanza tradicional de esta ciencia. Para identificar cómo estos son considerados por los estudiantes de una escuela técnica es que se trabajó desde la perspectiva de las representaciones sociales, ya que estas permiten comprender la realidad física y social de las personas que forman parte de grupos o establecen relaciones donde se producen intercambios de comunicaciones.

Palabras clave: *trabajos prácticos de laboratorio, Química, representaciones sociales, educación técnica, aprendizaje.*

1. MARCO TEÓRICO

La educación técnica desde sus comienzos se distinguió de la educación secundaria común, ya que integraba teoría y práctica, aula y taller, tecnología y prácticas profesionales (Gallart, 2006). Este tipo de educación tiene una larga historia y tradición en la Argentina. Según Bottinelli y Sleirman (2015) las escuelas técnicas se crearon para dar respuestas al importante crecimiento industrial que estaba aconteciendo a finales del siglo XIX e incorporar al ámbito laboral a estudiantes que pertenecían a sectores medios en ascenso.

Actualmente, algunos autores como Corica et al. (2023) consideran que es necesario analizar la especificidad de las orientaciones en la educación técnica para determinar el vínculo que se forma entre este tipo de educación y el trabajo. En tal sentido, el espacio curricular Química forma parte de la formación básica de muchas especialidades técnicas. La Química, al estudiarla, contiene conceptos muy abstractos y en muchos casos difíciles de entender por los estudiantes, lo que provoca un cierto rechazo hacia el aprendizaje de esta materia (Yepes Espinosa, 2013; Chonillo Sislema et al., 2024; Aragón Rodelo, 2024). Considerando lo antes planteado es importante motivar a los estudiantes con propuestas de enseñanza que sean diferentes a las tradicionales. Una de las alternativas de solución a la problemática planteada son los trabajos prácticos de

ISBN 978-987-47159-9-9

laboratorio que favorecen la creación de nuevos conocimientos, incentivando a que cada estudiante indague y construya nuevos conocimientos de manera significativa.

Molina et al. (2016) afirman que los trabajos prácticos de laboratorio promueven que los estudiantes se apropien de actitudes positivas hacia las ciencias y que permiten mejorar la calidad de la enseñanza de las mismas. Sin embargo, conforme a lo expuesto por estos autores, la aplicación de los trabajos prácticos de laboratorio tiene ciertas limitaciones, como pueden ser que no se disponga del material necesario para llevarlos a cabo, que el establecimiento no cuente con espacio de laboratorio, que haya demasiados estudiantes en las clases, que haya laboratorio pero no quien lo administre, que haya poco tiempo de clase disponible para cubrir todo el contenido y, además, poder realizar una práctica determinada, entre otros inconvenientes.

De acuerdo con Sevilla (2017) la educación técnica profesional hace referencia a aquella educación que combina aprendizaje teórico y práctico. Según una definición tradicional un técnico “es una persona que por un lado requiere conocimientos y habilidades de un carácter más práctico que un científico calificado, un ingeniero o tecnólogo y, por el otro, tiene un carácter más teórico del requerido para un trabajador cualificado.” (Unesco, 1978:44). Dada esta significación de los técnicos y su educación es que se considera relevante la incorporación de los trabajos prácticos de laboratorio en su formación.

López Rúa y Tamayo Alzate (2012) afirman que el trabajo de laboratorio les permite a los estudiantes verificar por medio de las prácticas los conocimientos adquiridos, por lo que la aplicación de los mismos favorece el desarrollo de los objetivos que pueden proponerse en una planificación curricular. La teoría acompañada de una enseñanza experimental progresiva puede fomentar habilidades propias para la construcción de conocimiento.

Al estudiar los aportes de los trabajos prácticos de laboratorio en la formación de técnicos profesionales se considera importante el abordaje de la investigación desde la perspectiva de las representaciones sociales (RS). De acuerdo a la propuesta teórica de Moscovici (1979) las RS son una modalidad particular de conocimiento, donde es posible comprender la realidad física y social de las personas que forman parte de grupos o establecen relaciones donde se producen intercambios de comunicaciones (Mora, 2002). Según Materán (2008) las RS son importantes en la construcción de conocimientos escolares dada su intervención en las prácticas que se llevan a cabo en la formación de estudiantes. Mazzitelli (2007) afirma que la educación es uno de los medios de transmisión de las RS, dado que estas pueden favorecer el aprendizaje, como también dificultar el mismo.

De acuerdo con Abric (2001) las RS se determinan por dos componentes:

- *contenido*: informaciones y actitudes
- *organización*: estructura interna que define el campo de la representación, y viene dada a partir de una jerarquía establecida.

Debido a esto, es relevante en una RS identificar y conocer la organización de los elementos que la constituyen y así poder identificar el núcleo central, que es el que organiza y determina la significación de toda la representación. Si es posible determinar la jerarquía de la RS se puede llevar a cabo una aproximación metodológica de la representación donde quede expresado el contenido de la misma, las relaciones entre sus elementos y la identificación y control del núcleo central.

La estructura de la RS viene conformada por elementos como lo son el núcleo central, la primera periferia y la zona de contraste. De acuerdo con Abric (2001) el núcleo central tiene dos funciones, una es la función generadora (ya que a partir del núcleo se reajusta el sentido de los otros elementos que constituyen la RS) y otra es la función organizadora (dado que este elemento permite consolidar y unificar la representación).

El otro elemento que constituye la RS es la zona de la periferia, la cual es flexible y variable dado que está relacionada con el contexto donde se inserta el grupo y protege al núcleo central de posibles transformaciones. En la periferia se pueden encontrar informaciones conservadas e interpretadas, apreciaciones formuladas del objeto y el entorno donde se encuentra.

Graça et al (2004) indican que la zona de contraste de la RS es donde se encuentran los términos que son mencionados por pocos participantes pero que se consideran muy importantes.

En este trabajo se realiza un primer acercamiento al estudio de las RS de un grupo de estudiantes de una escuela técnica de San Juan, teniendo en cuenta como objeto de estudio el trabajo práctico de laboratorio de Química en este contexto.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. OBJETIVO

Identificar y analizar las RS de futuros técnicos profesionales acerca de los trabajos prácticos de laboratorio de Química.

3. METODOLOGÍA

Atendiendo al objetivo antes presentado, la investigación se desarrolla desde un abordaje psicosocial y con un enfoque metodológico mixto, predominantemente cualitativo. Se realiza un estudio exploratorio con un grupo de estudiantes de 5to año de una escuela técnica de la especialidad Técnico Químico.

Se utilizó una técnica de evocación y jerarquización, ya que de acuerdo con Zorrilla (2018), esta técnica permite identificar los elementos que conforman la estructura de una RS. Esta técnica parte de un término inductor, en este caso "prácticas de laboratorio de Química" y los estudiantes mencionan 5 palabras que asocian a ese término, ordenando dichas palabras en función de la importancia que ellos les asignan a las mismas.

El procesamiento de los datos obtenidos a partir de esta técnica se llevó a cabo creando categorías para agrupar las palabras mencionadas por los estudiantes. En la TABLA I se presentan las categorías con su descripción y algunos ejemplos.

Una vez elaboradas las categorías, se comienza con los cálculos de frecuencia y el nivel de importancia de las categorías para poder identificar la RS de este grupo y conocer así el núcleo central, los elementos de la periferia y la zona de contraste.

Graça et al (2004) proponen que para la determinación de la estructura de la RS se deben considerar dos parámetros para analizar la jerarquía. Por un lado, la frecuencia de términos que mencionan los participantes y por otro lado, la importancia que le brindan a esos términos.

El criterio que se utiliza para decidir cuándo la importancia asignada a cada categoría es alta o baja consiste en considerar los promedios para cada una de ellas, obtenidos de los valores de importancia asignados a cada una de las palabras que ingresaron a las respectivas categorías. Así, la importancia será alta cuando el valor del promedio para la categoría sea menor que 3 y la importancia será baja cuando el promedio se encuentre entre 3 y 5.

TABLA I. *Categorías elaboradas para el término inductor "prácticas de laboratorio de Química". Elaboración propia*

Categorías	*Descripción*	*Palabras y/o expresiones mencionadas con mayor frecuencia*
Aspectos actitudinales	Se refiere a las actitudes que adoptan los estudiantes frente al trabajo en el laboratorio	• Compartir • Responsabilidad.
Aprendizaje	Se relaciona con aquellos procesos por los cuales los estudiantes alcanzan el conocimiento de ciertos contenidos químicos o técnicas de laboratorio	• Conocer • Aprender
Material de laboratorio	Es aquel material que se utiliza para llevar a cabo prácticas de laboratorio.	• Reactivos • Compuestos
Normas de seguridad	Vinculan normas que refieren al accionar correcto en el laboratorio	• Normas de seguridad • Cuidado propio.
Técnicas de laboratorio	son aquellas acciones vinculadas con el trabajo de laboratorio que se utilizan para llevar a cabo prácticas experimentales	• Practicar • Reacciones químicas.

ISBN 978-987-47159-9-9

Después de identificados los términos se analizan las frecuencias con que son mencionadas y se determina la media aritmética (p) que permitirá distinguir entre aquellos de frecuencia grande y los de frecuencia pequeña y con este análisis, se podrá establecer la estructura de la RS. Para esta determinación se toma en cuenta que, si la frecuencia es mayor o igual a p, será grande y si la frecuencia es menor que p, será pequeña. A continuación, se detalla, en la TABLA II como se establece dicha estructura:

TABLA II. *Zonas que conforman la estructura de la representación social. Elaboración propia*

Zona	*Frecuencia e Importancia*
Núcleo	Categorías con frecuencia grande e importancia alta
Periferia	Categorías con frecuencia grande o pequeña e importancia baja
Zona de contraste	Categorías con frecuencia pequeña e importancia alta

4. RESULTADOS O GRADO DE AVANCE

A continuación, se presenta la estructura de la RS acerca de los trabajos prácticos de laboratorio.

A partir de la TABLA III podemos visualizar que el núcleo central está conformado por aquellos términos que hacen referencia al aprendizaje. La zona de la periferia está constituida por las técnicas de laboratorio, lo relacionado con los aspectos actitudinales y, por último, la seguridad de laboratorio.

Atendiendo a que el núcleo de la RS está centrado en el aprendizaje se puede inferir que los estudiantes consideran que el trabajo práctico de laboratorio favorece el aprendizaje de los contenidos específicos de Química, dado que las palabras apuntan a aquellas cuestiones que permiten el conocer, el observar, el entender, el saber lo que genera una actitud positiva hacia los mismos.

TABLA III. *Estructura de la RS. Elaboración propia*

Estructura	Categorías
Núcleo	Aprendizaje
Periferia	Técnicas de laboratorio Aspectos actitudinales Seguridad de laboratorio
Zona de contraste	Material de laboratorio

En la periferia, se encuentran los componentes relacionados a las experiencias personales de los estudiantes y al contexto donde se insertan. Tanto las normas de seguridad como las técnicas de laboratorio hacen referencia a un manejo de los aspectos procedimentales del laboratorio, que junto a las actitudes estarían complementando la significación del núcleo central, respecto al aporte del aprendizaje de la Química.

La vinculación con el aprendizaje de contenidos específicos de Química se hace más explícita por la mención de técnicas específicas como son la destilación, la cristalización, la tinción, entre otras. Esto puede dar cuenta de que los participantes realizan prácticas de Química variadas en cuanto al contenido sobre lo que se experimenta.

Por último, en la zona de contraste se encuentra el material de laboratorio, lo que implica que estos materiales son relevantes, aunque poco mencionados por los participantes. Cabe recordar que esta categoría, al estar en la zona de contraste, no forma parte de la RS que predomina en este grupo de estudiantes.

5. CONCLUSIONES

Después de aplicar la técnica de evocación y jerarquización, se pudo determinar la estructura de la RS de este grupo de estudiantes. Esta estructura nos permite establecer un vínculo entre los trabajos prácticos de

laboratorio y el aprendizaje. Esto da cuenta de que los estudiantes valoran de manera significativa las prácticas experimentales y consideran que a partir de ellas pueden conocer, saber, aprender los contenidos de Química que forman parte de su plan de estudios y hacen a su formación como futuros técnicos profesionales.

En tal sentido, se destacan las técnicas de laboratorio que forman parte de la zona de la periferia, y que complementa el núcleo central de esta representación. Dada la variedad de técnicas que ellos conocen, se puede inferir que este grupo de estudiantes tiene un gran manejo de técnicas específicas de laboratorio, lo que favorecería el abordaje experimental de contenidos químicos que son necesarios para su formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abric, J.C. (2001). *Prácticas sociales y representaciones*. Ed.Coyoacán

Aragón Rodelo, L.A. (2024). Imagen de la química escolar: una percepción construida desde las experiencias de docentes y estudiantes. *Revista Latinoamericana Ogmios*, *4*(10), 29-42.

Bottinelli, L. y Sleiman, C. (2015). La educación técnica en la Argentina. *El Observador, Dossier del Observatorio Educativo de la UNIPE*, 1-9.

Chonillo Sislema, L., Heredia Gavin, D., Chayña Apaza, J., Ramos Pineda, Z. y Sánchez Solórzano, J. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. *Revista Innova Educación*, *6*(1), 71-88.

Corica, A. M., Arancibia, M. M.; Miranda, A. (2023) La integralidad en la formación de las trayectorias laborales de egresados de la escuela secundaria técnica: la configuración de los procesos de inserción laboral en distintas jurisdicciones de Argentina. *Pro-Posições*; *34* (1), 1-25.

Gallart, M. A. (2006). *La escuela técnica industrial en Argentina. ¿Un modelo para armar?* Cinterfor-OIT.

Graça, M., Moreira, M.A. y Caballero, C. (2004). Representacoes sobre a Matemática, seu ensino e aprendizagem: um estudo exploratório. *Revista Investigacoes em Ensino de Ciencias*, *9* (1), 37-93.

López Rúa, A. M., y Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166.Mazzitelli, C.A. (2007). El aprendizaje de la física como reelaboración conceptual a la luz de algunas teorías psicosociales. [Tesis doctoral. Universidad Nacional de Cuyo]. Repositorio Institucional CONICET digital.

Materán, A. (2008). Las representaciones sociales: un referente teórico para la investigación educativa. *Geoenseñanza*, *13*(2), 243-248.

Mora, M. (2002). La teoría de las representaciones sociales de Serge Moscovici. *Athenea digital: revista de pensamiento e investigación social*. (2), 78-102.

Moscovici, S. (1979). *El Psicoanálisis, su imagen y su público*. Ed. Huemul.

Molina, M., Palomeque, L. y Carriazo, J. (2016). Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio. *Entre ciencia e ingeniería*, 76-81.

Sevilla, M.P. (2017). *Panorama de la educación técnica profesional en América Latina y el Caribe*. Ed. CEPAL

UNESCO (1978). *Terminology of technical and vocational education*. Iberdata-UNESCO

Yepes Espinosa, D (2013). *Las prácticas experimentales como una herramienta didáctica y motivadora del proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en general y de la química en particular*. [Tesis de Maestría] Universidad Nacional de Colombia.

Zorrila, E.G. (2018) *Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales desde una perspectiva psicosocial*. [Tesis doctoral. Universidad Nacional de Cuyo]. Repositorio Institucional CONICET digital.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1l-v2D79joJe4l-bFWN-2ZJSYn6i1cJV1/view

ISBN 978-987-47159-9-9

ADAPTACIÓN DEL MÉTODO KJELDAHL PARA DETERMINAR LA EFICACIA DEL QUITOSANO EN LA RETENCIÓN DE NITROGENO PROVENIENTE DE LA UREA

Lola Marino

Departamento de Química, Escuela de Educación Secundaria Técnica N° 1 "Crucero A.R.A General Belgrano", Ingeniero White, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
marinolola03@gmail.com

Sofia Victoria Lucero

Departamento de Química, Escuela de Educación Secundaria Técnica N° 1 "Crucero A.R.A General Belgrano", Ingeniero White, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
sofiavictorialucero5@gmail.com

Agostina Belén González

Departamento de Química, Escuela de Educación Secundaria Técnica N° 1 "Crucero A.R.A General Belgrano", Ingeniero White, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
gonzalezagosbelen@gmail.com

Micaela Macarena Kraemer Dueña

Departamento de Química, Escuela de Educación Secundaria Técnica N° 1 "Crucero A.R.A General Belgrano", Ingeniero White, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
micaelakraemer@gmail.com

Walter Raúl Rogelio Acosta

Departamento de Química, Escuela de Educación Secundaria Técnica N° 1 "Crucero A.R.A General Belgrano", Ingeniero White, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
walter.acosta.williche@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta avances de una investigación sobre eutrofización en cuerpos de agua cercanos a zonas agrícolas, como el dique Paso de las Piedras. Es parte del proyecto final para obtener el título de Técnico Químico y busca evaluar soluciones enfocadas en el impacto de los fertilizantes y su aporte de nutrientes al ecosistema acuático. Las estudiantes realizaron una búsqueda bibliográfica y adaptaron una práctica experimental, con el objetivo de evaluar la capacidad del quitosano para adsorber nitrógeno, uno de los factores clave en la eutrofización. Se diseñó una técnica de muestreo de tierra y se realizaron ensayos comparativos: un blanco con agua, una muestra con solución de urea, y otra con quitosano y urea. La concentración de nitrógeno en los lixiviados de cada muestra fue medida mediante el método Kjeldahl, basado en titulación.

Palabras clave: *quitosano; eutrofización; dique; práctica, Kjeldahl.*

1. INTRODUCCIÓN

La educación técnica en la provincia de Buenos Aires requiere, como instancia previa al egreso, una evaluación general conocida como EACP (Evaluación Anual por Capacidades Profesionales). Esta evaluación tiene como objetivo que los futuros técnicos presenten un proyecto final de investigación-práctica en el que demuestren las habilidades, competencias y aptitudes adquiridas durante sus cuatro años de formación científico-tecnológica y técnica específica. El presente trabajo de investigación corresponde a estudiantes de

ISBN 978-987-47159-9-9

último año de la orientación química de la Escuela de Educación Técnica N°1 (EEST N°1) "Crucero ARA General Belgrano" de Ingeniero White. Los estudiantes realizaron una búsqueda bibliográfica y desarrollaron un producto orientado a la creación de un emprendimiento. A continuación, se presentan los avances de la investigación en el marco de la EACP.

La Dirección General de Cultura y Educación – Subsecretaría de Educación, Dirección Provincial de Educación Técnico-Profesional, Dirección de Educación Técnica (2012), establece lo siguiente:

> Se pretende que alumnos y alumnas incorporen en su recorrido formativo escolar actividades que favorezcan la integración, especificación y profundización de sus aprendizajes, resolviendo problemas vinculados al campo profesional propio de la especialidad de la tecnicatura y que evidencien fundamento y proyección social, o bien posean un carácter innovador. (p.1)

Partiendo de esta premisa, los estudiantes enfocaron su investigación en una problemática local, la proliferación excesiva de algas en el dique Paso de las Piedras, cercano a Bahía Blanca e Ingeniero White, que abastece de agua a la ciudad. Este fenómeno, puede ser debido a la eutrofización de las aguas, que se produce debido al exceso de nutrientes, entre ellos el nitrógeno y fosforo proveniente de fertilizantes.

La eutrofización, un proceso relacionado con el aumento de nutrientes como nitrógeno y fósforo en cuerpos de agua, resulta en la proliferación excesiva de algas, deteriorando la calidad del agua y provocando la pérdida de oxígeno disuelto, lo que afecta gravemente el ecosistema acuático (Espósito et al., 2016).

Los estudiantes plantearon que el uso intensivo de fertilizantes en la provincia, cuya principal actividad es la agropecuaria, podría estar contaminando las aguas subterráneas, una suposición respaldada por investigaciones locales. Estudios realizados en la cuenca del Arroyo El Divisorio, afluente del embalse Paso de las Piedras, identificaron que los niveles de nitratos y fosfatos son los principales responsables de la eutrofización en la región, como consecuencia de la actividad agrícola y el uso de fertilizantes. Este fenómeno se ha vinculado al transporte de nutrientes, tanto en la escorrentía superficial como en el flujo subterráneo, lo que incrementa los niveles de fósforo y nitrógeno en el agua embalsada, desencadenando florecimientos algales y afectando la calidad del agua destinada al consumo humano (Espósito et al., 2016).

El desarrollo de la práctica del trabajo final (EACP) tiene como objetivos principales que los estudiantes integren conocimientos teóricos y prácticos en el diseño y elaboración de un producto, en este caso formado por quitosano, destinado a adsorber el nitrógeno presente en los fertilizantes. Esto no solo busca reducir el impacto ambiental en las aguas superficiales y subterráneas, sino también fomentar habilidades clave como la investigación, el análisis crítico y la resolución de problemas. A través de esta experiencia, los estudiantes adquirirán competencias en técnicas de obtención y procesamiento de biopolímeros, así como en la evaluación de la efectividad del quitosano como adsorbente. Asimismo, este avance del trabajo final se encuentra en consonancia con los objetivos establecidos por la normativa para la titulación de técnico químico.

Para lograr estos objetivos, fue fundamental profundizar en las propiedades del quitosano. Este biopolímero derivado de la quitina, es un polisacárido presente en los exoesqueletos de invertebrados como los camarones, así como en las paredes celulares de hongos, algas, levaduras, insectos y arácnidos. Compuesto por unidades de N-acetilglucosamina, el quitosano proporciona rigidez y protección a las estructuras donde se encuentra. A pesar de ser insoluble en agua, la quitina puede transformarse en quitosano a través de diversos procesos, lo que le permite ser empleado en múltiples aplicaciones, como la medicina, la agricultura y el tratamiento de aguas.

Diversas investigaciones han demostrado la capacidad del quitosano para encapsular y liberar compuestos nitrogenados, como la urea, lo que lo convierte en un adsorbente efectivo de nitrógeno. En un estudio, Dima et al. (2016) evaluaron la eficiencia de microesferas de quitosano para encapsular urea, un fertilizante nitrogenado ampliamente utilizado, observando que el quitosano no solo fue capaz de encapsular el nitrógeno en forma de urea, sino también de liberarlo de manera controlada en el tiempo, lo que podría reducir significativamente la pérdida de nutrientes hacia el agua y, por lo tanto, minimizar el riesgo de eutrofización. Este tipo de sistema es particularmente relevante para reducir la contaminación ambiental causada por el uso excesivo de fertilizantes, ya que la liberación controlada de nitrógeno permite un aprovechamiento más eficiente del fertilizante y minimiza su impacto en los cuerpos de agua (Dima, Sequeiros, & Zaritzky, 2016).

ISBN 978-987-47159-9-9

El aprovechamiento de la quitina, considerada un residuo de la industria pesquera, adquiere especial relevancia debido a su potencial para la producción de quitosano. En este contexto, la cercanía de la escuela a un puerto representa una oportunidad estratégica para utilizar estos residuos, que contienen importantes cantidades de minerales, proteínas y grasas, elementos esenciales para el desarrollo de nuevos productos en los sectores agropecuario, acuícola y pesquero (Sader, 2018, 2016; Toppe et al., 2018).

A partir de lo descrito, se investigaron diversos métodos para determinar el nitrógeno en una muestra de agua, identificando el método Kjeldahl como el más adecuado, ya que los instrumentos, materiales y reactivos necesarios se encontraban disponibles en la institución. El nitrógeno proveniente de la urea se disuelve en el agua, formando una solución. Al recolectar las muestras lixiviadas mediante un equipo rudimentario, se procede a las etapas de digestión, destilación y titulación. En este proceso, el nitrógeno de la urea se transforma en amonio en fase acuosa, que luego es destilado y neutralizado mediante una solución de HCl para su cuantificación final.

2. MÉTODO

La obtención del quitosano se llevó a cabo siguiendo el método de desacetilación descrito por Sandoval Remaycuna (2018), quien empleó exoesqueletos de langostino de cultivo (Penaeus vannamei) como materia prima. Con el objetivo de verificar la capacidad de adsorción de nitrógeno, en este caso proveniente de la urea, se seleccionó el método Kjeldahl, el cual es adecuado para los recursos disponibles en la institución y garantiza un análisis preciso del contenido de nitrógeno.

Para simular el proceso de lixiviación, se diseñó un sistema rudimentario compuesto por columnas de tierra, a través de las cuales se hicieron pasar diferentes muestras de agua. Algunas de estas muestras contenían urea, mientras que otras no tenían aditivo. En una de las columnas se incorporó quitosano obtenido en el proceso, con el propósito de evaluar su capacidad de adsorber el nitrógeno presente en el agua lixiviada. Este diseño experimental permitió comparar la eficacia del quitosano en la retención de nitrógeno bajo condiciones controladas.

2.1. Preparación de soluciones a utilizar

Las soluciones de NaOH fueron preparadas a partir de la pesada de granallas del compuesto, seguido de su estandarización utilizando biftalato ácido de potasio como patrón primario (p.p.). Para optimizar el uso del patrón primario, se realizaron diluciones de algunas de las soluciones de alta concentración. En el del método Kjeldahl, se requirieron soluciones de NaOH a 12,5 M, HCl a 0,25 M y H_3BO_3 a 0,65 M. Para la obtención de quitosano, se emplearon soluciones de NaOH a 0,7 M, 15 M y HCl a 1 M. El NaOH estandarizado actuó como patrón secundario (p.s.) para la titulación de las soluciones de HCl. Además, las soluciones de H_3BO_3 fueron preparadas mediante pesada directa y posterior dilución. Las técnicas utilizadas se fundamentaron en los apuntes proporcionados por el profesor de la asignatura Laboratorio de Técnicas Analíticas e Instrumental.

2.2. Obtención de quitosano.

El biopolímero fue obtenido a partir de exoesqueletos de langostinos siguiendo el procedimiento descrito por Barra et al. (2012) y Sandoval Remaycuna (2018). Para la extracción de quitina, los exoesqueletos molidos fueron sometidos a procesos de descalcificación y desproteinización, omitiendo la despigmentación, ya que este paso resultó ser innecesario, dado que el proceso lo fue realizando de manera gradual, haciéndolo opcional. Se procedió a la desacetilación de la quitina utilizando NaOH 15 M a 110 ºC para obtener quitosano. A modo de resumen, presentamos este procedimiento en la FIGURA 1.

ISBN 978-987-47159-9-9

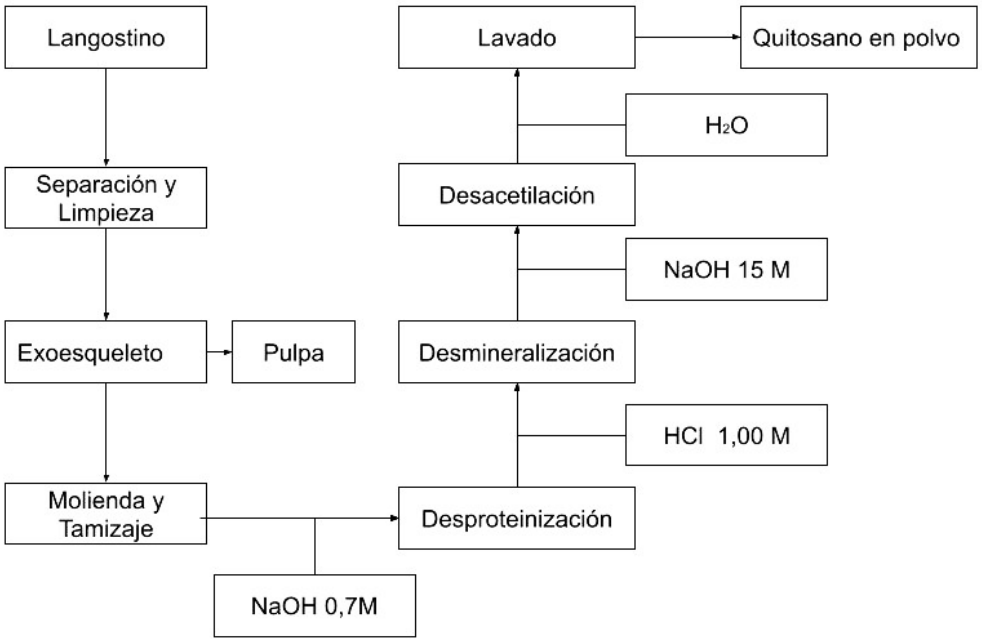


FIGURA 1. *Diagrama del proceso de obtención de Quitosano*

2.3. Recolección de lixiviados de agua.

Se prepararon tres columnas de tierra obtenida de la zona circundante a la escuela, a las cuales se les realizaron varios lavados para eliminar los nutrientes presentes y evitar interferencias en los procesos experimentales, con el objetivo de simular una tierra lo más inerte posible, como se muestra en la FIGURA 2.



FIGURA 2. *Columnas de muestra de tierra para la obtención de lixiviados*

Cada columna contenía una cantidad uniforme de tierra (1100,5 g), extraída del mismo lugar, y sometida a un proceso de lavado y secado.

De izquierda a derecha, según se observa en la FIGURA 2, la primera columna fue tratada con agua destilada (control); la segunda con 250 mL de solución de urea al 20 % de acuerdo con las recomendaciones del fabricante;

ISBN 978-987-47159-9-9

y la tercera columna contenía 15 g de quitosano a 2 cm de la superficie, a la cual también se le añadió la solución de urea. Las tres columnas se dejaron reposar durante 48 horas.
Después del período de reposo, se extrajeron los lixiviados de la parte inferior de cada columna, para proceder a la cuantificación del nitrógeno utilizando el método Kjeldahl. De este modo, se obtuvieron tres muestras finales.

2.4. Método Kjeldhal

Al lixiviado de la primera columna, correspondiente al blanco, lo denominamos Lb; al de la segunda columna, L1 (lixiviado sin tratamiento); y al de la tercera columna, L2 (lixiviado tratado con quitosano).
Cada muestra se sacó una alícuota de 100ML colocándolas en un balón de destilación, al que se le añadieron 5 mL de H_2SO_4 al 98%. Las muestras se calentaron a 100°C sobre manta calefactora, bajo campana extractora, hasta que se formó una espuma blanca. A continuación, se agregaron 100 mL de agua destilada y 10 mL de NaOH 12,5M, sometiendo las soluciones a un proceso de destilación durante 2,5 horas como muestra la FIGURA 3. El destilado se recolectó en una probeta que contenía 50 mL de ácido bórico al 4%.
Una vez obtenidos los destilados de cada muestra, se procedió a titularlos con ácido clorhídrico estandarizado a 0,25 M, utilizando rojo de metilo como indicador. Las tres muestras a titular tenían un peso promedio de 11,1 g, dato que fue fundamental para el cálculo del porcentaje de nitrógeno. Este procedimiento se llevó a cabo siguiendo apuntes del departamento de química de la institución. Cabe destacar que dichos apuntes son anónimos, ya que corresponden a trabajos prácticos elaborados manualmente mediante máquina de escribir.

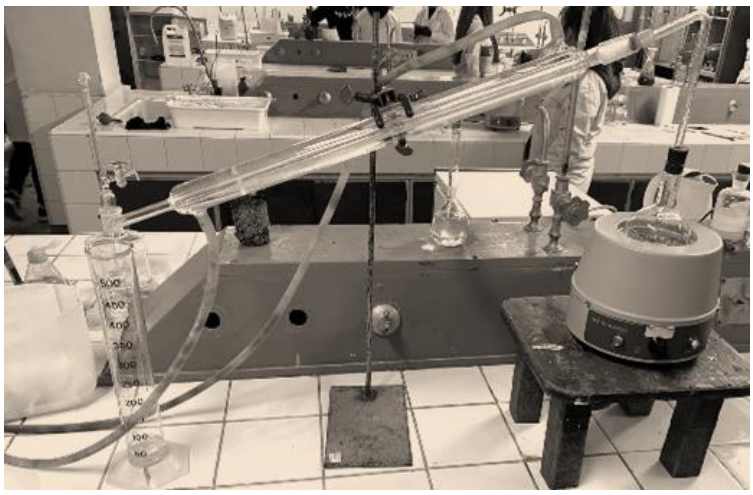


FIGURA 3. *Equipo de destilación*

3. RESULTADOS

3.1. Titulación – Método Kjeldhal

En esta sección, se presentan los resultados considerados fundamentales en el avance del EACP, los cuales respaldan la hipótesis de nuestro estudio. Se realizaron tres titulaciones con cada uno de los destilados obtenidos de los lixiviados, y posteriormente se calcularon los promedios correspondientes para cada muestra. Los volúmenes de HCl utilizados en las titulaciones fueron: 0,1 mL para el lixiviado blanco (L_b), 3,83 mL para el lixiviado sin tratamiento (L_1) y 0,23 mL para el lixiviado tratado con quitosano (L_2).

Cualitativamente, se esperaba observar que el lixiviado blanco (L_b) virara a un rojo levemente más claro. Para ello, se realizó una titulación de prueba en la que se añadieron aproximadamente 5 mL de ácido clorhídrico, repitiendo el proceso hasta notar una leve decoloración del indicador, que ocurrió con adiciones cercanas a 0,1 mL. Es importante destacar que, como en toda titulación, existen márgenes de error, especialmente en el viraje del color. Se observó que el lixiviado sin tratamiento (L_1) viró a amarillo, mientras que el lixiviado tratado con quitosano (L_2) presentó un viraje a naranja. La FIGURA 4 ilustra los cambios de color en orden: L_b a la izquierda, L_2 en el centro y L_1 a la derecha.

ISBN 978-987-47159-9-9



FIGURA 4. *Virajes de las muestras destiladas*

3.2. Cálculo de porcentaje de nitrógeno en cada muestra

Fórmula utilizada:

$$\%\boldsymbol{N} = \frac{(mL\ \text{ácido}\ valorante - mL\ blanco).(M\ del\ \text{ácido}).1{,}4007}{peso\ de\ muestra\ en\ gramos}$$

TABLA II. *Resultados de los cálculos a partir de los datos obtenidos*

	Muestras		
	Lb	**L_1**	**L_2**
%N	0	0,0611	0,0021

3.3. Factor de retención

$$\boldsymbol{Fr} = \frac{\%\ N\ L_1}{\%\ N\ L_2} = \frac{0{,}0611}{0{,}0021} \approx 29{,}10$$

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a través del método Kjeldahl confirman la hipótesis planteada por las estudiantes. La muestra blanco (L_b), que no contenía urea, sirvió como referencia para corregir la fórmula de cálculo. Como se esperaba, su concentración de nitrógeno fue prácticamente nula, dado que no se incorporaron compuestos nitrogenados, lo que se reflejó también en su color, que se mantuvo cercano al del indicador.

En cuanto al lixiviado sin tratamiento (L_1), se observó una mayor concentración de nitrógeno, lo que indica que la urea aplicada al suelo no fue retenida de manera significativa, permitiendo que una cantidad considerable de nitrógeno se lixiviara a través de la columna de tierra. Esto evidencia que, sin un tratamiento adecuado, el nitrógeno presente en la urea podría fácilmente contaminar las aguas subterráneas.

En el caso del lixiviado tratado con quitosano (L_2), se observó una reducción significativa en la concentración de nitrógeno, lo que sugiere que el quitosano fue capaz de adsorber el nitrógeno de la urea, evitando su paso directo a las aguas subterráneas. Según los datos de la tabla de porcentajes de nitrógeno, el lixiviado tratado con quitosano (L_2) retuvo aproximadamente 29 veces más nitrógeno en comparación con el lixiviado sin tratamiento (L_1). Este resultado apoya la efectividad del quitosano como un material adsorbente que podría ser útil en la mitigación de la contaminación por nitrógeno en suelos agrícolas, ofreciendo una solución para reducir la lixiviación de nitrógeno y proteger los recursos hídricos.

5. CONCLUSIONES

La adaptación del método Kjeldahl ha validado la hipótesis del trabajo final de carrera (EACP),

demostrando que el quitosano puede adsorber nitrógeno de la urea y reducir su concentración en los lixiviados. Este hallazgo indica que el quitosano podría ser una herramienta eficaz para mitigar la contaminación de las aguas subterráneas por nitrógeno en aplicaciones agrícolas. A pesar de las limitaciones de recursos, la adaptación del método a las condiciones experimentales fue exitosa, reforzando tanto la aplicabilidad del quitosano en la sostenibilidad ambiental como las competencias adquiridas por los estudiantes.

Como se observa en la metodología, resultados y discusión, es evidente que las estudiantes han aplicado conceptos químicos y habilidades de laboratorio, así como realizado una búsqueda bibliográfica exhaustiva. Desde una perspectiva educativa, este trabajo promueve la integración de conocimientos teóricos y prácticos, fomentando habilidades esenciales como la investigación y el análisis. Aunque el producto aún no ha sido presentado para su evaluación, es claro que los estudiantes están en el camino adecuado para alcanzar la acreditación de esta instancia evaluativa, cumpliendo así con los objetivos establecidos por la normativa de la EACP.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestras familias, quienes nos han brindado un apoyo incondicional a lo largo de nuestra formación técnica. También extendemos nuestro agradecimiento a la institución EEST N°1 “Crucero ARA Gral. Belgrano” de Ingeniero White, así como al equipo de gestión, integrado por Juan Troncoso (director) y Lucrecia Quevedo (vicedirectora), quienes nos brindaron su apoyo y acompañamiento durante nuestra formación.

De manera especial, queremos reconocer a la profesora Verónica Gilbarrera, cuya dedicación y esfuerzo en la obtención de recursos mediante concursos nos permitió contar con los equipos y materiales esenciales para la realización de este trabajo. Asimismo, agradecemos la tutoría del profesor Walter Acosta, quien guió nuestro proyecto. Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a Profertil por la renovación de las instalaciones, lo que contribuirá a mejorar nuestra formación técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barra, A., Romero, A., & Beltramino, J. (2012). *Obtención de quitosano.* Sitio Argentino de Producción Animal. 1-10. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/173-Quitosano.pdf

Espósito, M. E., Blanco, M. del C., Sequeira, M. E., Paoloni, J. D., Fernández, S. N., & Amiotti, N. M. (2016). Contaminación natural (As, F) y eutrofización (N, P) en la cuenca del arroyo El Divisorio, Argentina. *FYTON*, 85, 51-62.

Ministerio de Educación. (2015). Evaluación de Capacidades Profesionales en la ETP de nivel Secundario. Resolución N° 266/15 CFE de septiembre 2015. Documento recuperado en https://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2015/11/Evaluacion-de-Capacidades-Profesionales.pdf

Sader. (2016). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Residuos pesqueros residuos aprovechables.* [Internet]. [Fecha de consulta: 28 de octubre del 2022]. Disponible en: https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/residuos-pesqueros-recursos-aprovechables

Sader. (2018). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Nada se tira todo se aprovecha: residuos pesqueros.* [Internet]. [Fecha de consulta: 28 de octubre del 2022]. Disponible en: https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/nada-se-tira-todo-se-aprovecha-residuos-pesqueros

Sandoval Remaycuna, H. Y. (2018). *Obtención de quitosano mediante el método de desacetilación a partir de exoesqueletos de langostino de cultivo “Penaeus vannamei”* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias]. https://core.ac.uk/download/pdf/250078022.pdf

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1HbhnsYerln2BdP8QmZ7T_DfiCgIIF6gJ/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EMPLEO DEL ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO DE BIOLÍQUIDOS DE PIRÓLISIS COMO HERRAMIENTA EN LA FORMACIÓN TÉCNICA QUÍMICA

Lisette A. Ramírez

Área I, Química Inorgánica, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
lissette.ramirez@uns.edu.ar

Victoria S. Gutiérrez

Área I, Química Inorgánica, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
victoria.gutierrez@uns.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta una secuencia didáctica implementada en prácticas profesionalizantes para estudiantes de colegios técnicos de educación secundaria, enfocada en la valorización de residuos de poda mediante pirólisis y el análisis de biolíquidos por cromatografía gaseosa acoplada a masas (CG-MS). La propuesta educativa se desarrolló en tres encuentros presenciales que abordaron, en primer lugar, la problemática ambiental de los residuos de poda y las tecnologías de aprovechamiento, con especial énfasis en la pirólisis. Posteriormente, se introdujeron conceptos sobre cromatografía gaseosa y su aplicación en la caracterización de biolíquidos obtenidos por pirólisis. Los estudiantes participaron activamente en la elaboración de flyers informativos sobre los temas abordados y realizaron visitas al laboratorio para observar el análisis de biolíquidos de pirólisis por CG-MS. Los resultados evidenciaron un fortalecimiento de conocimientos técnicos y ambientales, así como el desarrollo de habilidades transversales, como el trabajo en equipo. Las evaluaciones reflejaron un buen manejo de los contenidos, aunque se señalaron deseos de un mayor manejo y manipulación práctica del equipamiento especializado. Esta propuesta subraya la importancia de integrar la sostenibilidad y el uso de tecnologías avanzadas en la formación técnica, fomentando la concientización ecológica y la responsabilidad ambiental en los futuros profesionales.

Palabras clave: *articulación; práctica profesionalizante; pirólisis; cromatografía gaseosa; espectrometría de masas.*

1. INTRODUCCIÓN

La formación técnica en química en Argentina tiene como objetivo capacitar profesionales con una visión integral y habilidades para enfrentar los desafíos que demanda la sociedad (Zabala, 2015). En este contexto, la educación en temáticas ambientales se posiciona como un pilar fundamental para promover la conciencia ecológica y fomentar la responsabilidad ambiental en los futuros profesionales, influyendo así en sus decisiones hacia una práctica más sostenible (Farfán Pimentel et al., 2024).

Los residuos de poda, cuando no se gestionan adecuadamente, pueden generar diversos problemas ambientales (Araújo et al., 2018). La pirólisis surge como una tecnología viable para aprovechar estos residuos, al someterlos a un tratamiento térmico que genera tres productos principales: biolíquido, biogás y biocarbón. Estos productos pueden emplearse en la enmienda de suelos (Haris et al., 2021) , la degradación de contaminantes (Nidheesh et al., 2021) y la generación de energía verde (Kant Bhatia et al., 2021), reforzando el enfoque hacia una economía circular y sostenible.

Por otro lado, la cromatografía de gases acoplada a detector de masas (CG-MS) es una técnica ampliamente utilizada en laboratorios industriales, de control de calidad y de investigación. En áreas como la biotecnología, el uso de CG-MS permite la caracterización precisa de biolíquidos y biocombustibles derivados de residuos (Rathsack, 2017), optimizando los procesos y fomentando la innovación tecnológica con un enfoque sostenible.

ISBN 978-987-47159-9-9

El presente trabajo introduce una secuencia didáctica desarrollada en el marco de las Prácticas profesionalizantes dictadas a colegios de educación secundaria técnica, centrada en los procesos de valorización de residuos de poda y el análisis de biolíquidos obtenidos mediante pirólisis, utilizando la técnica de CG-MS.

2. SECUENCIA DIDÁCTICA

La propuesta se desarrolló en 3 clases presenciales de 3 h reloj cada una en las instalaciones de la Universidad Nacional del Sur (UNS) en Bahía Blanca, distribuidas a lo largo de 3 semanas consecutivas. El curso contó con la participación de 29 estudiantes de las escuelas de educación técnica superior EEST N°4, EEST N°1 de la ciudad de Bahía Blanca y la EEST N°1 del distrito de Punta Alta.

2.1. Módulo introductorio: Problemática ambiental de residuos de poda y pirólisis.

Durante el primer encuentro se introdujo el cronograma de la práctica profesionalizante a realizar. Se presentó la problemática ambiental de acumulación de residuos de poda haciendo uso de noticias encontradas en la web (FIGURA 1). Se describieron las principales consecuencias ambientales como el riesgo de incendios, emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación de suelos y cursos de agua. Con el objetivo de sondear saberes previos se consultó al estudiantado sobre posibles soluciones a esta problemática. Se describieron los procesos de compostaje, mulching, digestión anaerobia y procesos termoquímicos. Dentro de estos últimos se abordaron los procesos termoquímicos de combustión, gasificación, carbonización y pirólisis, analizando las ventajas y desventajas de cada proceso.



FIGURA 1. *Noticias empleadas para manifestar la problemática ambiental de acumulación residuos de poda.*

La clase se enfocó en el aprovechamiento de los residuos de poda por medio de la tecnología de pirólisis. Se presentaron las posibles aplicaciones de los productos de pirólisis junto con videos del proceso, grabados en el laboratorio de investigación y ejemplos de plantas de pirólisis actualmente en funcionamiento.

Luego se introdujo la primera actividad evaluativa, se propuso al estudiantado elaborar un flyer informativo. Se presentaron ejemplos de flyers educativos en temáticas ambientales y se describieron las partes que componen el flyer (título llamativo, información clave, imágenes y gráficos, y llamada a la acción). En esta etapa de la clase las y los estudiantes se dividieron en grupos para realizar la actividad eligiendo una de las siguientes temáticas: aplicaciones del biocarbón, aplicaciones del biolíquido, aplicaciones del biogás, aplicaciones de productos del biolíquido, generación de H_2 verde a partir de pirólisis. Se presentaron herramientas de búsqueda bibliográfica (Google académico) y aplicaciones donde encontrar plantillas para la correcta elaboración del flyer (Canva, Powerpoint, Word).

A continuación, se presentó la plataforma Moodle, empleada en las cátedras de la UNS. Los estudiantes se registraron en la plataforma debido a que la misma fue el medio de comunicación con el plantel docente fuera del horario de las actividades presenciales. Se habilitó un foro de consultas, y se introdujeron las actividades evaluativas a entregar por medio de la plataforma (entrega de flyer en formato PDF, autoevaluación y encuesta). Sumado a esto, se brindó acceso a tutoriales de las aplicaciones presentadas por medio de la incorporación de links a los mismos en la plataforma Moodle.

ISBN 978-987-47159-9-9

2.2. Módulo de CG-MS: Análisis de biolíquidos de pirólisis de residuos de poda.

Durante el segundo encuentro se describió la composición de la biomasa lignocelulósica. La biomasa lignocelulósica está compuesta principalmente por tres biopolímeros estructurales: celulosa, hemicelulosa y lignina (Phanthong et al., 2018). Se presentaron las estructuras químicas de estos compuestos. El calentamiento de la biomasa en atmósfera inerte durante la pirólisis fragmenta las macromoléculas presentes en la misma dando lugar a la formación de un producto gaseoso que puede ser condensado generando un biolíquido.

Los líquidos producidos durante la pirólisis son mezclas complejas de compuestos orgánicos, cuya composición depende de la biomasa empleada y de las condiciones de reacción. El análisis de la composición de los biolíquidos de pirólisis requiere de métodos analíticos de alta resolución que sean capaces de separar y dar información estructural de los compuestos. Los compuestos con puntos de ebullición <400 °C son aptos para analizar por CG-MS.

Se describieron generalidades de las técnicas cromatográficas. Se introdujo el origen de estas técnicas, en 1906 como método de separación de pigmentos contenidos en extractos vegetales, por el botánico ruso Mikhalil Tswett. Se introdujeron los componentes de las técnicas cromatográficas: fase móvil, fase estacionaria y muestra. Se presentó la clasificación de los métodos cromatográficos de acuerdo a soporte (plana, columna), estado de agregación de la fase móvil (líquida, gaseosa), equilibrio de separación (adsorción, exclusión por tamaño, partición, etc).

Se hizo especial hincapié en la cromatografía gaseosa, empleando columnas capilares. Se describieron sus ventajas: alta resolución por la mayor longitud y el pequeño diámetro interno de la columna, sensibilidad mejorada debido a una menor capacidad de carga resultando en una menor dilución, menor tiempo de análisis, menor consumo de gas portador. Se presentaron esquemas de cromatógrafos gaseosos describiendo sus componentes: fuente de gas, sistema de inyección, horno y columna cromatográfica, sistema de detección, sistema de registro. Dentro de los sistemas de inyección se mostraron las microjeringas y los sistemas automáticos de inyección. Se mencionaron los detectores de ionización de llama, detectores de conductividad térmica, detector de captura de electrones y detector de masas. A continuación, se mostró un video ilustrativo de la técnica (CanalDivulgación, 2014) y cromatogramas arrojados mediante CG-MS de biolíquidos de pirólisis de biomasa.

El estudiantado realizó una visita al Laboratorio Instrumental de Uso Compartido (LIUC), donde se realizó el análisis de la composición de biolíquidos de pirólisis en un Cromatógrafo de gases Agilent GC 7890B acoplado detector selectivo de masas 5977A. Se observaron las corridas cromatográficas y se analizaron los resultados obtenidos. Esta visita se realizó en 3 grupos de acuerdo a la capacidad del LIUC, y los tiempos de espera se emplearon para que los estudiantes realicen consultas dentro del marco de la propuesta. Al concluir la visita las y los estudiantes realizaron la entrega de un archivo por la plataforma Moodle como simulacro de la entrega del flyer.

2.3. Módulo evaluativo: Presentación de flyer informativo, autoevaluación y encuesta.

Los grupos de estudiantes presentaron el flyer elaborado en función del tema elegido, describieron la información encontrada y respondieron a preguntas surgidas a partir de la exposición. En este encuentro se habilitó la autoevaluación y encuesta de opinión respecto a la propuesta en la plataforma Moodle, las cuales estuvieron disponibles por 3 días. Las mismas se presentan en la FIGURA 2 y TABLA I, respectivamente.

ISBN 978-987-47159-9-9

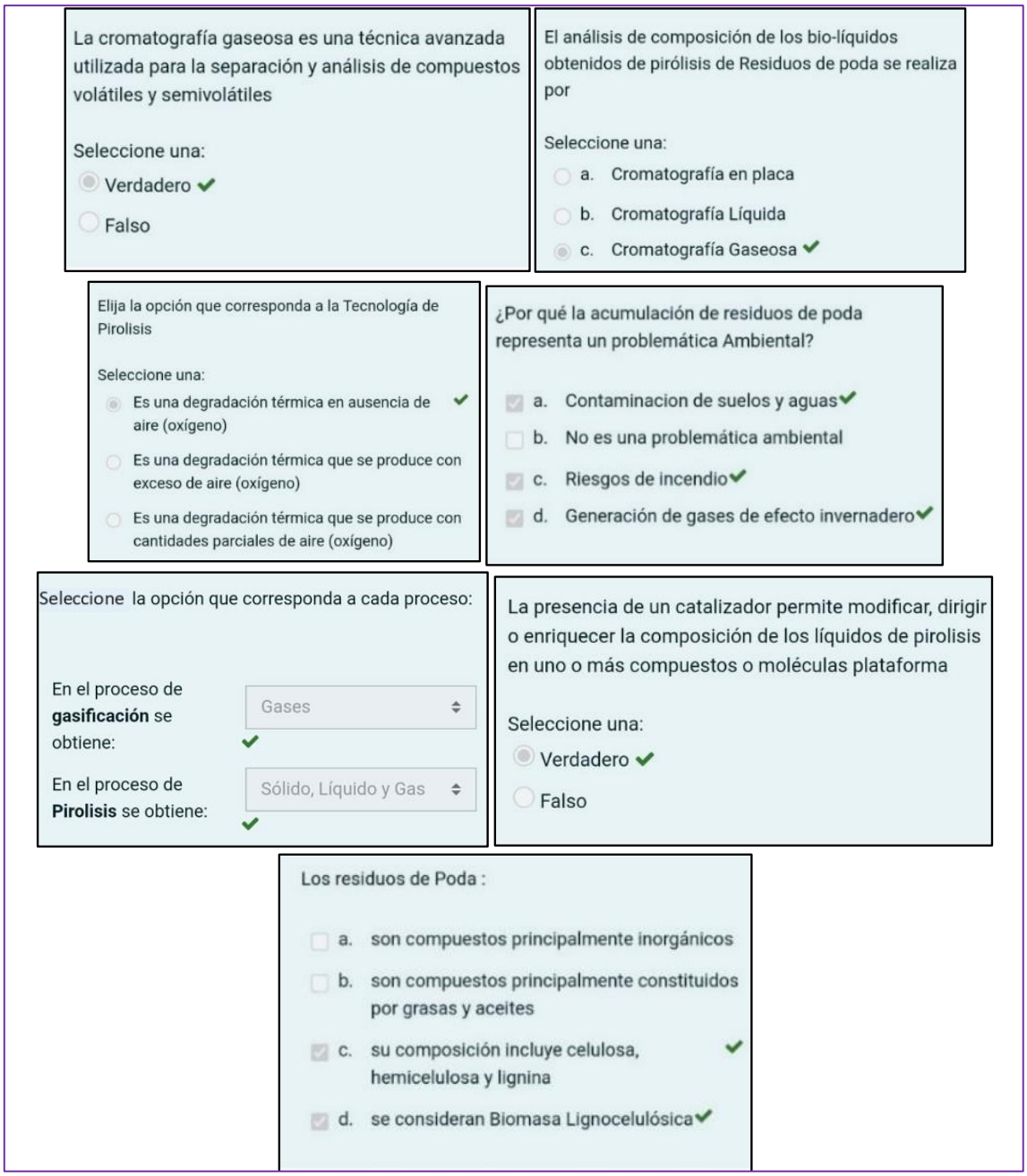


FIGURA 2. *Autoevaluación.*

TABLA I. *Encuesta de opinión*

Describe brevemente cuales fueron las áreas de tus conocimientos que se vieron fortalecidas con la realización de estas prácticas formativas.
¿Considerás que los temas tratados durante estas practicas formativas abordaron de manera integral tu formación como técnico/a químico/a?
¿Cuál es tu opinión con respecto al funcionamiento del aula virtual en la plataforma Moodle?
¿Tuviste dificultades para entrar al aula virtual o para participar de las tareas propuestas?
¿Qué te pareció el material presentado? ¿Aprovechaste todo el material subido?
En caso que lo desees, te agradecemos que amplíes con algún comentario respecto a la pregunta anterior o bien algo que quieras expresar en relación a la educación virtual en general.

ISBN 978-987-47159-9-9

3. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN

De los 29 estudiantes anotados para participar de la práctica profesionalizante 25 estudiantes participaron de los encuentros presenciales, 24 estudiantes participaron de la entrega del flyer y de la autoevaluación, y 11 estudiantes contestaron la encuesta de opinión. Solo uno de los estudiantes presentó problemas al realizar las actividades por la plataforma Moodle debido al incorrecto seguimiento de las instrucciones de acceso.

Basándonos en el trabajo publicado anteriormente (Ramirez et al., 2024), esta nueva propuesta buscó propiciar más espacios de participación activa por parte de los estudiantes con el objetivo de favorecer el aprendizaje (Prince, 2004). Se generaron espacios de consulta durante los encuentros que sirvieron como medio para que los estudiantes comentaran dudas sobre los proyectos de investigación que se encuentran desarrollando para su formación técnica. En muchos casos, estos proyectos se encuentran orientados hacia la remediación ambiental, la presentación de la tecnología de pirólisis surgió como una alternativa para el tratamiento de algunos residuos generados en sus procesos de desarrollo.

Durante las presentaciones de los flyers los estudiantes demostraron un manejo adecuado de los contenidos y una clara capacidad para transmitir información de forma accesible y visualmente atractiva. No obstante, se encontraron errores en la presentación de las formulaciones químicas y algunos errores de ortografía, como se expone en la FIGURA 3.

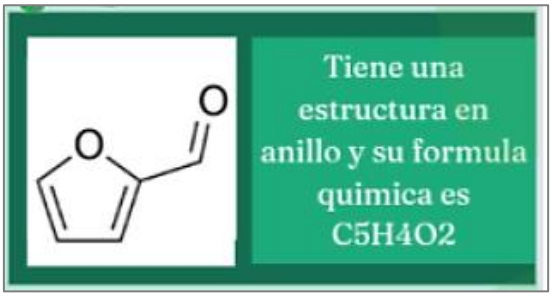


FIGURA 3. *Ejemplo de error encontrado en la formulación química en la elaboración de un flyer.*

Respecto a los resultados de las autoevaluaciones, la totalidad de estudiantes obtuvo un puntaje mayor al 60%. Las preguntas con mayor cantidad de respuestas incorrectas fueron aquellas de respuesta múltiple con más de una opción correcta, es posible que esto se diera porque en las mismas no se aclaró que era posible seleccionar más de una opción. Además, varios estudiantes contestaron incorrectamente respecto a la técnica utilizada para analizar la composición de biolíquidos de pirólisis, seleccionando la opción: “Cromatografía líquida”. Dado que los biolíquidos están en fase líquida, los estudiantes podrían suponer erróneamente que la técnica adecuada es la cromatografía líquida, sin tener en cuenta que la cromatografía gaseosa se utiliza para compuestos que tienen la capacidad de volatilizarse, como los componentes de los biolíquidos. Sin embargo, el principal objetivo de la realización de esta evaluación era familiarizar a los estudiantes con una herramienta de evaluación ampliamente utilizada en el ingreso a la universidad y en las cátedras de grado, el cuestionario por Moodle. No se mostraron dificultades en relación del manejo de las actividades realizadas en la plataforma.

A partir de la evaluación de las opiniones de los estudiantes respecto a la propuesta didáctica, se destacan varios aspectos clave para el desarrollo y mejora de este tipo de actividades. En primer lugar, los participantes manifestaron una valoración positiva del contenido teórico, particularmente en lo que respecta al proceso de pirólisis y a la cromatografía gaseosa, temas que muchos de ellos consideraban novedosos o poco explorados en su formación previa. No obstante, se identificó un interés en la incorporación de actividades prácticas con equipos especializados de laboratorio. Los estudiantes expresaron que, aunque la teoría fue bien abordada, la posibilidad de aplicar esos conocimientos en entornos experimentales, manipulando, por cuenta propia equipamientos como el cromatógrafo, hubiera estimulado la experiencia formativa. Esto último representa una seria limitación debido a que se requiere un alto grado de capacitación y formación para lograr independencia en la manipulación correcta de este costoso equipamiento empleado. La presente propuesta buscaba brindar una introducción a las técnicas cromatográficas, presentar el equipamiento empleado y marcar

su utilidad, pero en general las capacitaciones en el uso de este tipo de equipos suelen estar estructuradas en varios módulos teóricos y prácticos para asegurar que los usuarios sean capacitados, tanto en los principios fundamentales del equipo como su operación segura y eficiente.

Las prácticas promovieron el fortalecimiento de conocimientos en áreas específicas, como la composición de los residuos de poda, los principios de la pirólisis y la técnica de CG-MS. Estas actividades no solo permitieron profundizar en conceptos técnicos, sino que también contribuyeron a la concientización sobre el impacto ambiental de los residuos.

Otro aspecto destacado por los estudiantes fue el desarrollo de habilidades transversales, tales como el trabajo en equipo y la comunicación efectiva, facilitadas a través de presentaciones grupales y la investigación aplicada. Asimismo, la metodología pedagógica empleada, caracterizada por un buen acompañamiento docente y una dinámica de clase interactiva, fue evaluada de manera positiva, contribuyendo a que la experiencia fuera percibida como accesible y enriquecedora.

4. CONCLUSIONES

La implementación de esta secuencia didáctica en prácticas profesionalizantes demostró ser una herramienta eficaz para integrar la formación técnica con la sostenibilidad ambiental, ofreciendo a los estudiantes un enfoque práctico y teórico en el aprovechamiento de residuos de poda mediante pirólisis. A través de la combinación de actividades teóricas, la elaboración de materiales educativos y la observación directa de análisis por CG-MS, se logró fortalecer los conocimientos en procesos termoquímicos con énfasis en la pirólisis y en técnicas analíticas avanzadas. Además, el trabajo colaborativo y el enfoque en la comunicación de información técnica fomentaron habilidades clave para el ámbito profesional.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ministerio de Educación de la Nación por el financiamiento por medio de Proyecto de Extensión Universitaria “Valorización de Residuos de Poda” en la convocatoria “Universidad, Cultura y Territorio 2022” (RESOL-2023-419-APN-SECPU#ME), y al Departamento de Química de la UNS por brindar el espacio para el desarrollo de esta propuesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, Y. R. V., de Góis, M. L., Junior, L. M. C., & Carvalho, M. (2018). Carbon footprint associated with four disposal scenarios for urban pruning waste. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*, 1863–1868. https://doi.org/10.1007/s11356-017-0613-y

CanalDivulgación, (15 de junio de 2014). *El Cromatógrafo de gases (divulgación científica IQOG-CSIC)* [Archivo de video]. Youtube. https://youtu.be/9nYpjtRx0Zs?si=v-p-EyzEEG_t5pSe

Farfán Pimentel, J. F., Delgado Arenas, R., & Farfán Pimentel, D. E. (2024). Educación ambiental, currículo, estrategias y políticas para la sostenibilidad: una revisión sistemática. *Revista Alfa*, *8*(23), 576–592. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i23.287

Haris, M., Hamid, Y., Usman, M., Wang, L., Saleem, A., Su, F., Guo, J. K., & Li, Y. (2021). Crop-residues derived biochar: Synthesis, properties, characterization and application for the removal of trace elements in soils. *Journal of Hazardous Materials*, (416). https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126212

Kant Bhatia, S., Palai, A. K., Kumar, A., Kant Bhatia, R., Kumar Patel, A., Kumar Thakur, V., & Yang, Y. H. (2021). Trends in renewable energy production employing biomass-based biochar. *Bioresource Technology*, (340). https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125644

Nidheesh, P. V., Gopinath, A., Ranjith, N., Praveen Akre, A., Sreedharan, V., & Suresh Kumar, M. (2021). Potential role of biochar in advanced oxidation processes: A sustainable approach. *Chemical Engineering Journal,* (405). https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126582

Phanthong, P., Reubroycharoen, P., Hao, X., Xu, G., Abudula, A., & Guan, G. (2018). Nanocellulose: Extraction and application. *Carbon Resources Conversion, 1*(1), 32–43. https://doi.org/10.1016/j.crcon.2018.05.004

Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education, 93* (3), 223-231. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x

Ramirez, L. A., Dambolena, M. S., & Gutierrez, V. S. (2024). EL Taller de valorización de residuos de poda como un espacio de articulación entra niveles. *Educación En La Química*, *30*(2), 175–182. https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/261

Rathsack, P. (2017). Analysis of pyrolysis liquids obtained from the slow pyrolysis of a German brown coal by comprehensive gas chromatography mass spectrometry. *Fuel*, *191*, 312–321. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.11.088

Zabala, E. (2015). La Educación Técnico Profesional como factor de desarrollo estratégico. Panorama actual y balances frente a nuevos escenarios. *Revista Cuestiones de Población y Sociedad, 5* (5), 59-69. *http://hdl.handle.net/11336/69569*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1wvGvfg7c2z4wDZG0y1GjMjm1ZBOfLOWk/view

ISBN 978-987-47159-9-9

MULTIPLICIDAD DE RECURSOS PARA LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA APLICADA EN CONTEXTOS SEMIPRESENCIALES

Ricardo Javier Dos Santos

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN), Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Posadas, Misiones, Argentina.
dossantosjavier@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen

La enseñanza de la química es una herramienta clave en la educación técnica. En el caso de los Técnicos de la Industria Textil, permite el entendimiento de los procesos de fabricación y manufactura, así como también su comportamiento frente a tinturas, limpiadores o suavizantes. La implementación de herramientas de virtualización, cuando se las aplican correctamente, puede ofrecer alternativas particularmente beneficiosas. En este marco, el presente trabajo tiene por objetivo presentar las estrategias y recursos utilizados en la asignatura "Laboratorio de Materiales Textiles I" (cohorte 2023) para la formación de Técnicos Universitarios en Industria Textil en un marco de semipresencialidad, así como también los fundamentos que guiaron las decisiones para su selección y/o implementación. Se ofrecen además las estadísticas de acreditación del espacio y los resultados más relevantes de una encuesta realizada a los estudiantes sobre su opinión respecto al desarrollo del módulo. Se considera que estos resultados fueron positivos y, por lo tanto, esta experiencia puede servir a los docentes para la elaboración de propuestas de enseñanza de química aplicada para técnicos con un perfil "no químico", atendiendo a las particularidades de cada campo profesional.

Palabras clave: *Química aplicada; Tecnicatura en Industria Textil; enseñanza semipresencial; laboratorio de materiales textiles; constructivismo.*

1. INTRODUCCIÓN

La industria textil desempeña un papel crucial en la economía global, siendo una de las principales fuentes de empleo y desarrollo económico en muchas regiones. En Argentina empleó durante 2022, a 107.000 personas en el eslabón textil y a 186.000 en la confección de ropa, lo que representa el 1,5% del empleo total de la economía y el 12% del manufacturero (Ludmer et al., 2023). Esta industria no solo se encarga de la producción de ropa y textiles, sino que también está involucrada en el desarrollo y utilización de materiales innovadores que mejoran la funcionalidad y durabilidad de los productos. Es por ello que la enseñanza de la química es una herramienta fundamental para que los técnicos de la industria textil puedan conocer los principios subyacentes en los procesos de fabricación, manufactura y tratamiento de los textiles, así como también para entender el comportamiento de los materiales frente a diferentes agentes químicos, desde tintes hasta productos de limpieza.

La pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto la potencialidad de la virtualización en la enseñanza de la química. Sin embargo, también permitió evidenciar que una incorrecta utilización de esta, la imposibilidad o falta de planificación, así como también la carencia de recursos y/o herramientas por parte de docentes y estudiantes, tiene un impacto negativo en las experiencias de enseñanza y aprendizaje (Llanes et al., 2022). Además, existen ciertos aspectos que son difíciles o imposibles de reemplazar por la virtualización; entre ellos se pueden mencionar las relaciones personales, la posibilidad de observación directa, los ambientes de intercambio y compañerismo generados en clases presenciales, entre otros. En base a estas experiencias es posible aprovechar los aspectos positivos de la enseñanza mediada por tecnología, potenciando y optimizando el tiempo de presencialidad, sobre todo cuando este fuera particularmente limitado.

La Tecnicatura Universitaria en Industria Textil (TUIT) es una carrera que se propone formar técnicos capacitados para acompañar en la gestión y desarrollo de emprendimientos de cualquier escala del área, así como también brindar asesoramiento y participar del diseño y planificación del proceso de producción textil, su

ISBN 978-987-47159-9-9

gestión y comercialización en colaboración con otros profesionales (Facultad de Arte y Diseño, 2023). Sus espacios curriculares están organizados por módulos, siendo uno de ellos Laboratorio de Materiales Textiles I. El mismo tiene un régimen de dictado mixto (75% a distancia, 25% presencial), una duración de 8 semanas y está ubicado en el trayecto inicial de la carrera (Universidad Nacional de Misiones, 2022).

El objetivo principal del presente trabajo es presentar las estrategias y recursos pedagógicos utilizados para la enseñanza de Química Aplicada en el marco de una carrera técnica con un perfil "no químico", en contexto de semipresencialidad, así como también los resultados de la misma. Se pretende además explicitar los criterios que fueron direccionando las decisiones tomadas para que esta experiencia contribuya al enriquecimiento de las prácticas de otros docentes, atendiendo a las particularidades de cada campo profesional. La propuesta en cuestión logró altas tasas de promoción, así como devoluciones positivas por parte de los estudiantes.

2. LA PROPUESTA

Existe una costumbre, fuertemente asentada en un modelo transmisor del conocimiento, de planificar a partir de los contenidos propios del campo disciplinar, en particular para lo que se conocen como "las ciencias básicas", dentro de las cuales se incluye a la Química. Para la elaboración de la propuesta didáctica se pretendió salir de dicha dinámica, atendiendo al perfil profesional de los estudiantes en formación y al grado de profundidad en el tratamiento de los contenidos que les resultase útil. Es por ello que primeramente se delinearon los objetivos de aprendizaje de la materia, haciendo foco en los alcances del título y a la ubicación de la asignatura dentro del plan de estudios. Posteriormente se analizó cómo se puede verificar el cumplimiento (o no) de dichos objetivos; como resultado se plantearon las actividades que deberían realizar los estudiantes para acreditar el espacio y los instrumentos de evaluación correspondientes. Finalmente se organizaron los contenidos que permitan la realización de estas actividades.

Si bien este proceso de planificación no fue estrictamente lineal y, por el contrario, se retroalimenta e incluso se modifica durante la práctica en base a las evaluaciones de los trayectos de aprendizaje, esta secuencia de pasos surge de un posicionamiento que pretende una mayor integración entre la teoría y la práctica, el establecimiento de algunos criterios para verificar el cumplimiento (o no) de los objetivos de aprendizaje, la recuperación de los conocimientos previos de los estudiantes para la construcción de nuevos saberes, así como también que estos asuman un rol sumamente activo en su formación, lejos de ser simples "receptores pasivos de conocimiento". Este posicionamiento va en línea con lo planteado por Fernández Gonzáles et al. (2002), quienes además de lo anterior, también indican que planificar implica un conjunto de decisiones curriculares, pero sobre todo de naturaleza socio-cultural y política (p. 15). La adopción de una forma de planificar significa e implica asumir un determinado modelo didáctico; en este caso, uno constructivista.

2.1. Objetivos y Contenidos

Los objetivos del espacio curricular, así como también un resumen de algunos de los contenidos desarrollados, se mencionan en esta sección a los efectos de que el lector tenga un panorama general acerca de la asignatura y pueda comprender, sin necesidad de tener conocimientos específicos del campo textil, la intencionalidad en las decisiones pedagógicas adoptadas.

Los objetivos fueron: (1) Adquirir nociones fisicoquímicas que permitan analizar, interpretar, entender y modificar la constitución de los materiales textiles (MT); (2) Identificar, caracterizar y mensurar sistemas materiales; (3) Comprender la influencia de variables externas sobre los materiales textiles; y (4) Adquirir destrezas operatorias básicas de un Laboratorio.

El programa de la materia incluyó contenidos como: Introducción a la química, generalidades; aplicación al mundo textil; nociones de ciencia y conocimiento científico; materia y materiales, unidades de medición; fibras textiles, clasificación y propiedades; tipos de compuestos químicos, efecto de estos sobre las principales fibras textiles; reconocimiento de materiales de laboratorio; preparación de soluciones; entre otros.

ISBN 978-987-47159-9-9

2.2. Modalidad de dictado

Las 8 clases se desarrollaron alternando entre la modalidad presencial (2) y virtual (6), las últimas tanto sincrónica (3) como asincrónicamente (3).

Las clases asincrónicas requerían que los estudiantes accedan a la grabación en formato audiovisual, donde se desarrollaban algunos conceptos o bien se presentaba material didáctico para que los estudiantes puedan abordarlos con mayor facilidad. También se proponían y explicaban las actividades asociadas. Las clases sincrónicas fueron principalmente espacios de encuentro donde se fomentó el debate para exponer o discutir lo desarrollado en las guías de actividades, así como también la interacción entre pares y entre los estudiantes y el docente. Además, servían para evacuar las dudas que no pudieron saldarse mediante la utilización de los foros.

Si bien representa una simplificación, se podría resumir que las clases asincrónicas se utilizaron mayormente para desarrollar y/o presentar conceptos puntuales, material bibliográfico o actividades que los estudiantes debían realizar; mientras que las sincrónicas para explicar tanto la metodología de los trabajos prácticos como la naturaleza de las devoluciones a las actividades, realizar seguimientos y evaluaciones en proceso. Las particularidades de utilizar esta bimodalidad ya ha sido estudiada por otros autores (Méndez Landa, 2021; Montenegro Hidalgo, 2021), cuyos resultados fueron tenidos en cuenta a la hora de planificar los usos que se le daría a cada una de ellas.

Las clases presenciales, utilizadas para desarrollar trabajos prácticos en el laboratorio, se plantearon partiendo de condiciones de experimentación diferentes para cada grupo, lo cual buscaba favorecer la comparación o contraste de resultados entre ellos, enriqueciendo la práctica. A su vez, sumado al concepto de "Laboratorio Invertido" (Campos Fernández y López-Gamboa, 2021), se pretendía fomentar la autonomía y la proactividad de los estudiantes. Este planteo, en línea con el modelo hipotético-deductivo, retoma algunos conceptos trabajados, pero sobretodo tiene la intencionalidad de orientar la búsqueda bibliográfica y/o su abordaje en aras de relacionar los comportamientos observados con la estructura química de los materiales textiles y la naturaleza de los agentes químicos a los cuales fueron expuestos. Esta modalidad comparte similitudes con las planteadas por Martínez Torregrosa y colaboradores (2012) respecto a la integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de la química como investigación guiada.

2.3. Actividades

En la FIGURA 1 se presenta una síntesis de los temas centrales trabajados en cada clase de Laboratorio de Materiales Textiles I, los objetivos perseguidos y las actividades asociadas a cada uno de ellos. La dirección de las flechas indica la vinculación explicitada al momento de plantearla.

Las cinco actividades indicadas en negritas (FIGURA 1) son las que los estudiantes debían realizar para la acreditación del espacio; las mismas buscaban dar cuenta del cumplimiento (o no) de los objetivos de aprendizaje de la materia e ir avanzando en la profundización de conceptos en la medida que se sucedían las clases. Las tareas que debían realizar los estudiantes eran mayormente de elaboración a partir de sus conocimientos previos, de lo observados en los TPs y/o de la bibliografía utilizada.

Estas actividades se realizaron de forma grupal con la intencionalidad de favorecer el debate, el intercambio de experiencias – atendiendo a la heterogeneidad del estudiantado – y potenciar las habilidades de sus integrantes, fomentando también el trabajo autogestivo y la construcción grupal de sentido. En caso de ser posible se mantuvo la conformación original de los grupos buscando reducir los tiempos de adaptación y construir sentido de pertenencia.

2.4. Evaluación

La evaluación de los trayectos formativos se desarrolló en proceso durante todo el módulo. Para ello se ofrecían devoluciones escritas a las actividades propuestas, en particular las que determinaban la acreditación del espacio. Para tal fin se dispuso de espacios asignados del Aula Virtual (Moodle). Estas devoluciones eran ampliadas o retomadas durante las clases sincrónicas para evacuar las posibles dudas que pudieran surgir, habilitar espacios de discusión, explicitar metodologías de trabajo, intercambio de opiniones y/o resultados, etc. y así profundizar o retomar los aspectos que no cumplían satisfactoriamente con las consignas. El objetivo de

ISBN 978-987-47159-9-9

las devoluciones también fue el de brindar información a los estudiantes respecto a cómo se estaba desarrollando su desempeño y, en caso de ser necesario, indicar los aspectos a los que debían prestar especial atención.

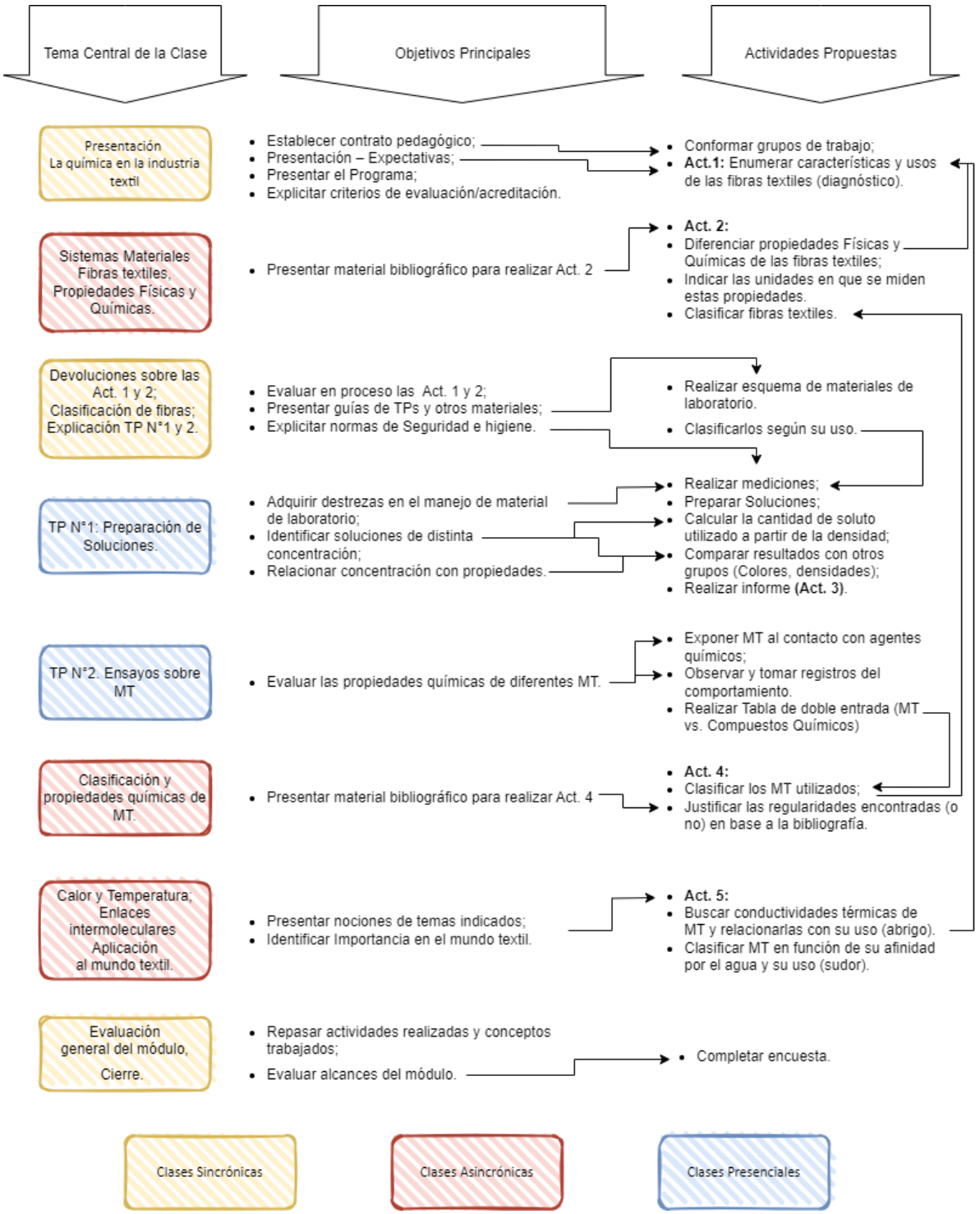


FIGURA 1. *Síntesis de los temas centrales trabajados en cada clase de Laboratorio de Materiales Textiles I, sus objetivos y actividades asociadas (MT: materiales textiles)*

ISBN 978-987-47159-9-9

3. RESULTADOS

3.1. Acreditación del Módulo

Para evaluar los resultados de las decisiones tomadas, se presentan en la TABLA I las condiciones finales de los estudiantes y los requisitos necesarios para alcanzarlas. Se entiende como "Promoción" a aquellos que acreditan el espacio sin rendir examen final; "Regular" a quien debe rendirlo; "Libre" a quien debe recursar y "Ausente" a los estudiantes libres que no realizaron ninguna actividad ni conformaron grupos de trabajos; es decir, estaban inscriptos, pero no cursaron.

TABLA I. *Condiciones finales de los estudiantes de Laboratorio de Materiales Textiles I*

	Condiciones finales			*Requisitos de cada condición*	
	N°	% Sobre Total	% Sin Ausentes	Actividades	Asistencia A TPs
Promoción	30	68,2%	93,8%	≥ 80 % (4/5)	100 % (2/2)
Regular	1	2,3%	3,1%	60 % (3/5)	50 % (1/2)
Libre	1	2,3%	3,1%	<60 %	≤50 %
Ausente	12	27,3%	-	0	0
Total	44	100,0%	100,0%		

3.2. Evaluación del Módulo por parte de los Estudiantes

Si bien se les consultó oralmente lo largo de todo el trayecto formativo acerca de su opinión respecto a las metodologías utilizadas y cómo esta contribuía (o no) en su formación, en la clase final se realizó una encuesta anónima de opinión la cual permitió recabar información a los fines de evaluar el módulo por parte de los estudiantes. La misma tuvo 23 respuestas y en esta sección se presentan los resultados que se consideran más significativos.

Respecto a los contenidos trabajados y la bibliografía sugerida, se les consultó si consideraban que los mismos serían útiles para su campo profesional y/o materias posteriores, ofreciéndoles una escala numérica donde 1 representaba "Nada útiles" y 5 "Totalmente útiles". Para los contenidos y para la bibliografía, 21 (91,3%) y 20 (86,9%) estudiantes respectivamente consideraron que estos eran "Totalmente útiles". Los demás estudiantes se distribuyeron entre las opciones 3 y 4. Estos resultados dan cuenta de que los estudiantes lograron vincular los contenidos del campo disciplinar con el profesional.

Al consultarles sobre lo adecuado (o no) de la utilización de las diversas modalidades implementadas para las clases, se utilizó una escala numérica similar, siendo 1 "Nada adecuado" y 5 "Totalmente adecuado". Para las tres modalidades, a saber: sincrónicas, asincrónicas y presenciales, 21 estudiantes o más indicaron que fueron "totalmente adecuados". De aquí se deriva que fue apropiado el uso de cada una de las modalidades de las clases.

Considerando que los Trabajos Prácticos no tuvieron un desarrollo teórico previo, si no que las justificaciones se generaron luego de la observación de los resultados obtenidos, se les consultó si esta estrategia fue favorable para su aprendizaje. Los resultados se muestran en la FIGURA 2. Por lo tanto, se puede afirmar que la investigación guiada contribuyó al aprendizaje de los estudiantes.

Otro aspecto consultado fue sobre la demanda de tiempo que implicaba la preparación de los informes de TPs, las tareas de investigación bibliográfica y las demás actividades domiciliarias. En todos los casos 15 o más estudiantes (sobre 23 respuestas) indicaron que los tiempos requeridos fueron apropiados. Resultados similares se obtuvieron al consultar si las actividades planteadas fomentaron la investigación, el trabajo autónomo (independiente del profesor), el trabajo grupal, la resignificación de saberes previos, la familiarización con la metodología científica, la relación entre teoría y práctica, la participación activa de los estudiantes y el análisis de los resultados obtenidos.

ISBN 978-987-47159-9-9

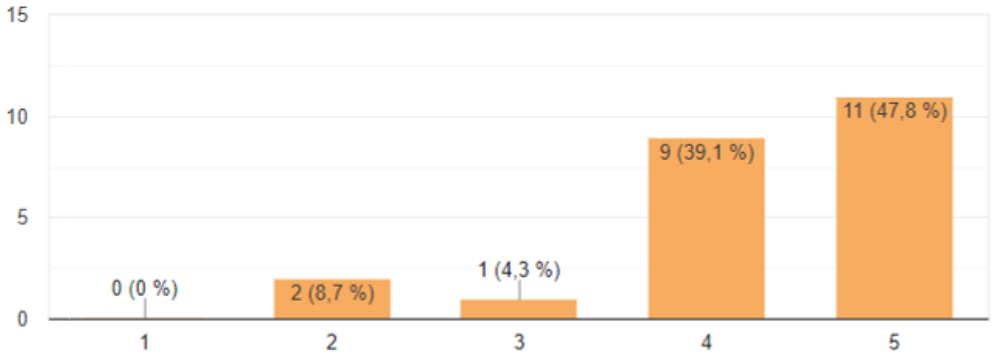


FIGURA 2*: Resultados de la encuesta: Opinión respecto a la estrategia de realizar primero el TP y luego abordar los contenidos teóricos. Nada favorable: 1; Totalmente favorable: 5.*

4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se expusieron las estrategias de enseñanza y los recursos pedagógicos utilizados en el marco de la asignatura "Laboratorio de Materiales Textiles" (cohorte 2023) de la Tecnicatura Universitaria en Industria Textil. El mismo se basó en un posicionamiento constructivista que incluyó, entre otras cosas, la utilización de los TPs como "Laboratorio invertido"; la elaboración de informes en base a observaciones y referencias bibliográficas (investigación guiada), la vinculación constante con el campo profesional y el trabajo grupal. La utilización de clases sincrónicas y asincrónicas con finalidades diferentes, así como la realización de actividades domésticas, fomentó un elevado grado de compromiso de los estudiantes para con su propia formación. Los resultados de acreditación y de las encuestas de opinión realizadas a los estudiantes indican que la multiplicidad de los recursos utilizados fue beneficiosa para la enseñanza de la química aplicada a perfiles técnicos "no químicos" en contexto de semipresencialidad.

AGRADECIMIENTOS

A María Daniela Rodríguez y Marisol Silvero por la lectura y sugerencias previas a la entrega. A Alejandra Silvina Román y Florencia Alejandra Bruera por sus aportes bibliográficos para el módulo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campos Fernández, M. G., y López-Gamboa, M. V. (2021). Laboratorio invertido implementado en un contexto universitario el contenido de campo magnético. *VIII Simpósio LASERA Manaus*, 136–139. https://www.aacademica.org/marco.lopez/17

Facultad de Arte y Diseño. (2023). *Resolución CD N°249-23*. Consejo Directivo FAyD.

Fernández Gonzáles, J., Elortegui Escartín, N., Rodríguez García, J., y Moreno Jiménez, T. (2002). *¿Como hacer unidades didacticas innovadoras?* (2°). Díada Editora S.L. ISBN: 84-87118-80-1

Llanes, M. J., Núñez, L. A., Figueroa, M. A., y Molina, M. R. (2022). Enseñanza Remota de Emergencia y Enseñanza en Línea en Química General. *XII Jornadas Nacionales y IX Jornadas Internacionales de Enseñanza de La Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica*, 134–139. https://www.aqa.org.ar/images/EducacionQuimica/Jornadas2022.pdf

Ludmer, G., Schuffer, N., Schteingart, D., y Isaak, P. (2023). El empleo en la industria textil-indumentaria. *Fundar*. https://fund.ar/publicacion/el-empleo-en-la-industria-textil-indumentaria/

Martínez Torregrosa, J., Domènech Blanco, J. L., Menargues, A., y Romo Guadarrama, G. (2012). La integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de la química como investigación dirigida. *Educacion Quimica*, *23*(1), 112–126. https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30143-X

Méndez Landa, F. J. (2021). La hibridación de clases sincrónicas y asincrónicas en la educación universitaria online: una estrategia para un mejor aprovechamiento del tiempo. In REDINE (Ed.), *Medios digitales y metodologías docentes: Mejorar la educación desde un abordaje integral* (pp. 74–82). Adaya Press. https://www.adayapress.com/wp-content/uploads/2021/06/medidoc8.pdf

Montenegro Hidalgo, V. (2021). Procesos Comunicativos Sincrónicos Y Asincrónicos, Una Experiencia De Educación Superior. *Tsafiqui - Revista Científica En Ciencias Sociales*, *12*(17), 7–18. https://doi.org/10.29019/tsafiqui.v12i17.965

Universidad Nacional de Misiones. (2022). *Resolución CS Nº 178-22*. Consejo Superior UNaM.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado

https://drive.google.com/file/d/1bT-z412Yyki7a0PRDXPYySx4FHwyDZyr/view

ISBN 978-987-47159-9-9

CROMATOGRAFÍA GASEOSA CON DETECTOR ECD PARA PRINCIPIANTES: UN PASO A PASO

Yamila Belén Diaz

Área de Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
ybdiaz@campus.ungs.edu.ar

Marina Belén Catalano

Área de Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET.
mcatalano@campus.ungs.edu.ar

Facundo Atilio Vallejos

Área de Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina.
favallejos@campus.ungs.edu.ar

Giselle Anahí Berenstein

Área de Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET.
gberenst@campus.ungs.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta una secuencia didáctica implementada en la asignatura Laboratorio III, parte de la Tecnicatura Universitaria en Química (TUQ) e Ingeniería Química (IQ) que ofrece nuestra universidad. El enfoque permite enseñar y relacionar conceptos experimentales y teóricos básicos de la cromatografía gaseosa (GC) con detector de captura de electrones (ECD), centrándose en el uso del instrumento, la variación de parámetros y la optimización del proceso a través de diversas variables cromatográficas. A lo largo de la secuencia, los alumnos ajustan un método cromatográfico hasta obtener parámetros óptimos, adquieren autonomía en el uso del cromatógrafo gaseoso y del software de procesamiento de cromatogramas, identifican analitos por comparación con estándares y cuantifican mediante estándar externo. El análisis de la evaluación de desempeño de la actividad muestra que, aunque en algunos conceptos, como la válvula split y el fenómeno de trampa fría, presentaron mayores dificultades, la comprensión general de la técnica supera el 50 %, destacándose un 81 % en temas como la fase estacionaria y su interacción con los analitos. Estos resultados permiten identificar áreas de mejora para ajustar la secuencia didáctica y reforzar conceptos en cursos previos.

Palabras clave: *GC-ECD; tecnicatura universitaria; química instrumental; cromatografía; secuencia didáctica.*

1. INTRODUCCIÓN

La cromatografía de gases es una técnica fundamental para el análisis cualitativo y cuantitativo de diversos analitos, reconocida por su rapidez, sensibilidad y selectividad. Puede combinarse con detectores como el espectrómetro de masas (MS) y el detector de captura de electrones, entre otros (Kaal y Janssen, 2008). Actualmente, desempeña un rol crucial en la identificación y cuantificación de contaminantes ambientales (Santos y Galceran, 2002), siendo los detectores ECD especialmente adecuados para compuestos halogenados, como los plaguicidas (Samsidar, Siddiquee y Md Shaarani, 2018). Además, su amplio uso en la industria química

ISBN 978-987-47159-9-9

plantea un desafío en la capacitación de estudiantes de carreras universitarias y pre-universitarias (Xie et al., 2020).

El uso de estrategias de aprendizaje activo en laboratorios mejora la comprensión y el compromiso de los estudiantes, promoviendo habilidades cognitivas avanzadas (Viswanathan y Krishnamurthy, 2023). Este trabajo presenta una secuencia didáctica implementada en Laboratorio III (LIII), donde los estudiantes optimizan un método cromatográfico por GC-ECD para tres plaguicidas (trifluralina, procimidone y deltametrina). La secuencia incluye desde el estudio de propiedades físico-químicas de los compuestos y su elución, hasta conceptos generales de cromatografía y la introducción al cromatógrafo gaseoso. Se propone un método inicial que los estudiantes modifican para optimizarlo, llevando a la identificación y cuantificación de los analitos. El desafío para los estudiantes radica en aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en otras asignaturas a la práctica en el uso del cromatógrafo. Además, deben familiarizarse con los softwares cromatográficos y superar el temor de dañar el equipo. Otro reto significativo es trabajar con precisión, respetando las normas de seguridad del laboratorio y manejando concentraciones en el orden de trazas.

La implementación de esta secuencia didáctica tiene como objetivos los siguientes aprendizajes:

1- Familiarizarse con el uso del cromatógrafo gaseoso y el detector ECD, reconociendo sus partes, cuidados mínimos, y procedimientos de encendido.

2- Comprender el efecto de las variables instrumentales, probando diferentes temperaturas, presiones, volúmenes de inyección y tipos de inyección (split/splitless).

3- Optimizar las condiciones cromatográficas, calculando parámetros clave como el factor de selectividad (α), el factor de capacidad (k'), la resolución (Rs) y el tiempo muerto (t_o), y comprendiendo la influencia de la ecuación de Van Deemter en la eficiencia de la columna.

2. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS

Laboratorio III es la última materia de la TUQ y un curso optativo para la Ingeniería Química en nuestra universidad. La TUQ está diseñada en respuesta a la demanda de diversas industrias que requieren personal capacitado para laboratorios estatales o privados en sectores como el cosmético, farmacéutico, alimenticio, químico, de investigación y desarrollo. El plan de estudios incluye tres asignaturas experimentales correlativas: Laboratorio I, II y III. En Laboratorio I se abordan análisis físico-químicos por vía clásica, utilizando instrumental básico. Laboratorio II se enfoca en química orgánica, desarrollando separaciones y purificaciones. En Laboratorio III, los estudiantes adquieren habilidades en Química Analítica Instrumental, realizando determinaciones cualitativas y cuantitativas mediante cromatografía líquida, cromatografía gaseosa y espectrofotometría UV-Vis.

En LIII, los estudiantes deberán aplicar e integrar conocimientos adquiridos en materias previas para poder desarrollar los trabajos prácticos de laboratorio con solidez e independencia. En la TABLA I se especifican los conceptos previos necesarios para comprender cromatografía gaseosa que han sido vistos en materias correlativas y que se retoman en LIII.

TABLA I. *Cursos previos a LIII y temas vistos*

Química Orgánica	Grupos funcionales, propiedades químicas de compuestos orgánicos.
Química analítica I	Curva de calibración: sensibilidad, límite de detección, límite de cuantificación. Ruido instrumental. Regresión lineal.
Química Analítica II	Introducción a los principios cromatográficos. Cromatografía gaseosa. Estimación de la incertidumbre. Validación de un método analítico.
Laboratorio II	Cromatografía en capa delgada y de columna, fuerza eluotrópica.

La carga horaria de LIII es de 10 horas semanales durante 16 semanas, dividida en 2 clases de 5 horas cada una. Los estudiantes se organizan en grupos de 2 a 3 personas y la práctica que más abajo se describe, se desarrolla en un total de 20 horas.

3. SECUENCIA DIDACTICA

ISBN 978-987-47159-9-9

En la guía de estudios de Laboratorio III se puede ver el paso a paso en la secuencia didáctica implementada (ver link en referencias bibliográficas). La actividad se organiza en 3 instancias principales: preparación previa, desarrollo durante y trabajo posterior a las clases. En la FIGURA 1 se pueden observar las actividades correspondientes a cada una de estas etapas.

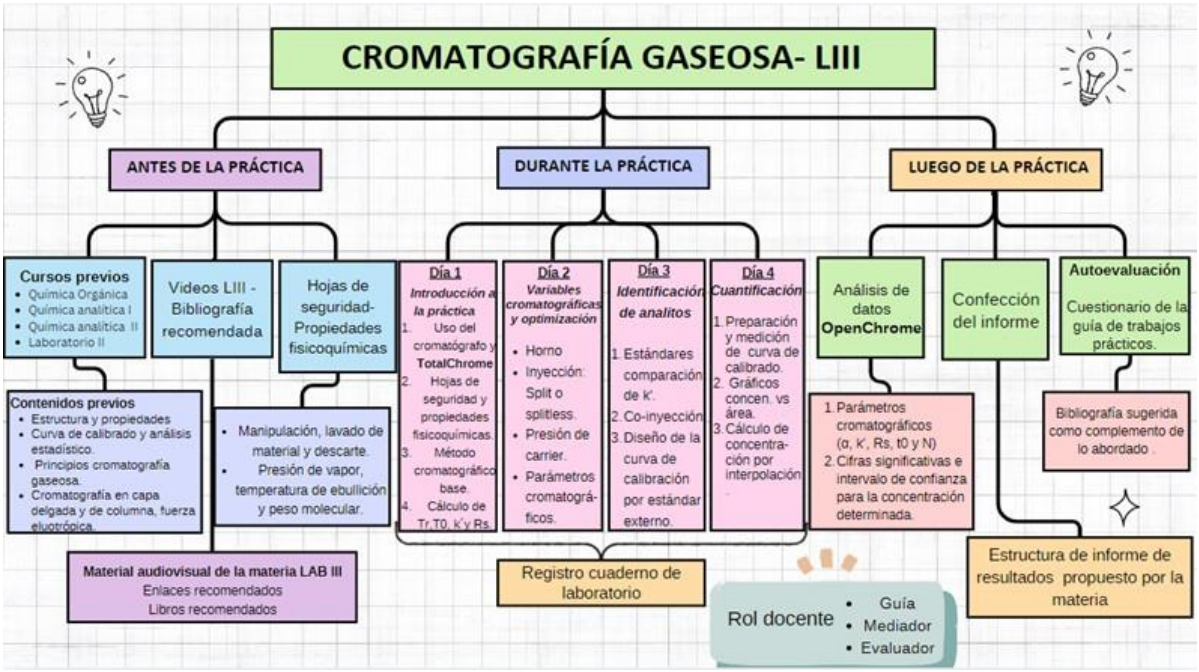


FIGURA 2. *Secuencia didáctica propuesta para cromatografía gaseosa.*

3.1. Preparación previa a la clase

En esta etapa, los estudiantes revisan los contenidos teóricos de la materia vistos previamente (TABLA I) y cuentan con videos explicativos y presentaciones elaboradas por los docentes de LIII. También disponen de bibliografía recomendada en la materia. Finalmente, deben preparar fichas con datos de seguridad de los reactivos y realizar una investigación sobre las propiedades fisicoquímicas de los compuestos.

3.2. Trabajo en clase

El trabajo en clase a su vez se divide en secciones entre las que se encuentran:

1- Introducción a la muestra y a la cromatografía gaseosa: se estudian las propiedades físico-químicas de los analitos, la fase estacionaria (FE) y las interacciones con esta. También se analiza cómo la temperatura del horno y la presión de vapor influyen en la elución.

2- Inyección de la muestra utilizando un método base: se evalúa el cromatograma inicial, considerando la forma de los picos, la línea de base, la resolución, factor de capacidad, factor de retención, interferencias y ruido de fondo, identificando posibles ajustes.

3- Optimización del método cromatográfico: se ajustan condiciones como el programa de temperaturas, presión y relación de split para mejorar la resolución y reducir el tiempo de análisis. Se comparan parámetros (α, k', Rs, t_o) en cada ajuste hasta alcanzar la configuración óptima.

4- Identificación de los analitos: La identificación de los analitos se realiza por comparación de tr y k´ de los picos con los estándares de referencia. Posteriormente, se llevan a cabo co-inyecciones individuales para confirmar la identificación asegurando la precisión de los resultados.

ISBN 978-987-47159-9-9

5- Cuantificación de uno de los componentes presentes en la muestra (opcional según el tiempo disponible): se construye una curva de calibración del analito de interés utilizando cinco puntos, realizados por duplicado. Se diseña una curva de calibrado teniendo en cuenta los conceptos adquiridos en materias previas (ver TABLA I).

3.3. Trabajo posterior a clase

Después de clase, los estudiantes analizan los datos obtenidos con el software OpenChrom y elaboran un informe siguiendo una estructura predefinida. Para finalizar, realizan una autoevaluación con un cuestionario de la guía de trabajos prácticos, que les permite verificar si han alcanzado los objetivos. Se sugiere bibliografía adicional para reforzar el contenido teórico.

3.4. Rol Docente

A lo largo de las clases, se busca que los alumnos adquieran independencia en el manejo del instrumental, desde el encendido hasta la optimización del método cromatográfico. El docente asume un rol moderador, realizando preguntas sobre las decisiones de los estudiantes, sin ofrecer exposiciones teóricas o explicaciones de la práctica. A través de preguntas, se anima a los estudiantes a expresar lo que entendieron y cómo abordarían el desafío, lo que genera las herramientas necesarias para discutir estrategias en grupo. Este rol docente es explicado al inicio de las prácticas, asegurando que los estudiantes lleguen preparados con las guías leídas.

4. METODOLOGÍA Y DETALLES EXPERIMENTALES

4.1. Cromatografía gaseosa

Se utilizó un cromatógrafo gaseoso Perkin Elmer Clarus 580 con inyector automático y una columna PE-5 (95% dimetil-5% difenil-polisiloxano) de 30 metros (0,25 mm de diámetro interno y 0,25 µm de espesor de film). El método base incluyó una temperatura de inyector de 280°C, nitrógeno (N_2) como gas carrier, inyección de 1 µL splitless, y un detector ECD a 375°C con un flujo de nitrógeno de 30 ml/min. El horno comenzó a 120°C durante 3 minutos, con una rampa de 30°C/min hasta 300°C, mantenida por 7 minutos. Los datos se analizaron con TotalChrom u OpenChrom.

Muestra y estándares

El equipo técnico auxiliar del área de química prepara las muestras y los estándares de referencia de concentración conocida para evitar que los estudiantes manipulen plaguicidas. Se preparan patrones de procimidone (1 mg/L), trifluralina (0,5 mg/L) y deltametrina (5 mg/L) en una mezcla de acetona: ciclohexano (1:1). Las concentraciones de las muestras mixtas fueron ajustadas según las comisiones, y se verifica la adecuación de los test mix antes de iniciar la práctica, siguiendo el método base descrito en el apartado "*Cromatografía gaseosa*".

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Análisis del desempeño en el laboratorio

En esta experiencia, los estudiantes trabajan por primera vez con cromatografía gaseosa, analizando una muestra incógnita y optimizando un método cromatográfico mediante ajustes en diversas variables. La FIGURA 2, en naranja, muestra la traza cromatográfica inicial, que se usa como referencia para comparar con el cromatograma final tras la optimización. Uno de los objetivos es la optimización del método cromatográfico base y el cálculo de los parámetros cromatográficos. Los estudiantes son guiados en el uso del software para integrar picos y obtener estos parámetros. El primer cromatograma mostró un programa de temperaturas subóptimo, picos mal definidos y línea de base irregular. Los estudiantes identificaron mejoras y discutieron con los docentes sobre opciones como la dilución de la muestra, modo y volumen de inyección, ajustes en la temperatura y presión de trabajo.

ISBN 978-987-47159-9-9

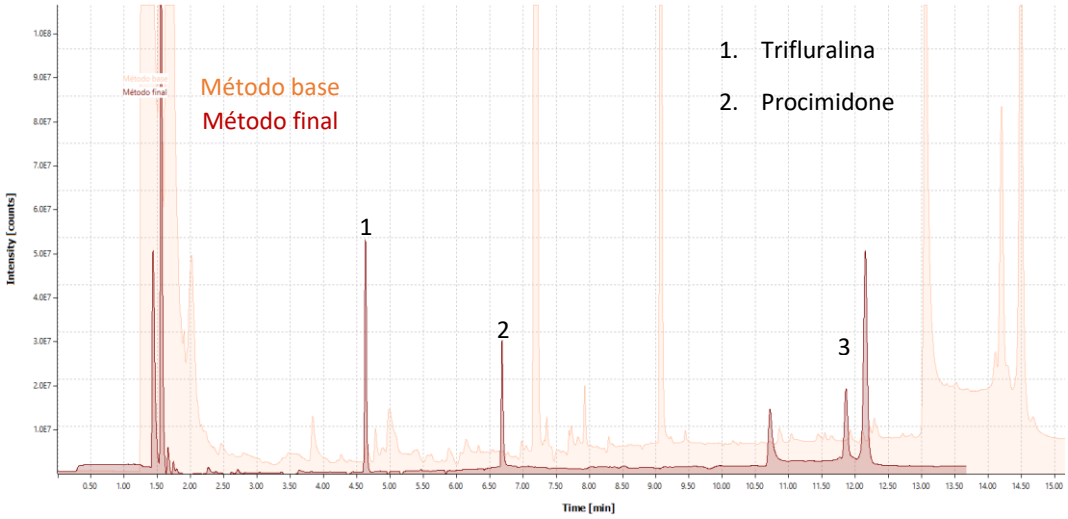


FIGURA 2. *Cromatogramas obtenidos para una muestra con los tres componentes a partir del método base y el método final optimizado.*

La FIGURA 2, en rojo, muestra que, tras realizar los ajustes en el método, se obtuvieron picos más definidos, especialmente para deltametrina, con parámetros cromatográficos dentro de los valores óptimos los cuales se presentan en la TABLA II.

TABLA II: *parámetros cromatográficos asociados a la FIGURA 2 con el método final.*

	tr (min)	***Rs***	***k´***	***α***	***Platos teóricos***
tm	1,4				
1	4,6	63,9	2,2	2,2	189935
2	6,7	49,5	3,7	3,7	429566
3	10,7	59,5	6,5	6,5	202823
4	11,9	13,3	7,3	7,3	368330
5	12,2	3,6	7,5	7,5	327293

Una vez optimizada la corrida e identificados los compuestos mediante tiempos de retención, factores de capacidad y co-inyección, cada grupo planifica una curva de calibración para cuantificar uno de los analitos. Primero, los estudiantes estiman la concentración de un compuesto con una calibración de un solo punto. Luego, utilizando los conocimientos de Química Analítica I (TABLA I), proponen un rango de concentraciones adecuado. En la FIGURA 3 se muestra un ejemplo de curva de calibrado para trifluralina obtenido por un grupo de estudiantes de la materia LIII.

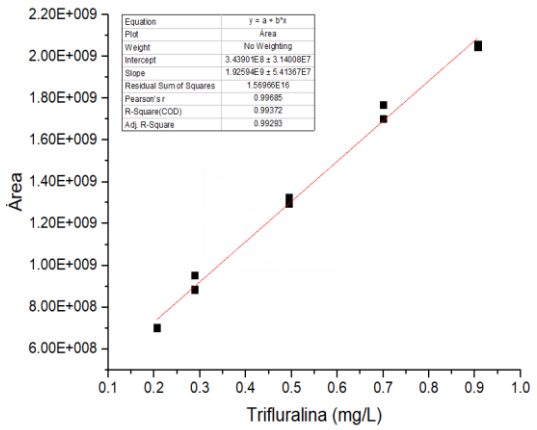


FIGURA 3. *Curva de calibrado para trifluralina por GC-ECD.*

ISBN 978-987-47159-9-9

5.2. Análisis del desempeño en las evaluaciones

Se realizó un análisis de los exámenes de tres semestres desde la implementación de esta secuencia didáctica (primer semestre 2023). Los ítems del examen parcial de cromatografía gaseosa se clasificaron según categorías temáticas y se consideraron correctas las respuestas que alcanzaron al menos el 60 % del puntaje. Este análisis, detallado en la FIGURA 4, permite visualizar el rendimiento de los estudiantes en cada categoría, destacando áreas de mayor y menor desempeño. El rendimiento fue variable entre los temas. Las respuestas relacionadas con fases estacionarias (columnas capilares de distinta polaridad) obtuvieron el mayor porcentaje de aprobación, cerca del 81 % (n=21). En contraste, el modo de inyección presentó la mayor dificultad, ya que, aunque los estudiantes comprendieron los modos split y splitless, no lograron un análisis completo ni un esquema adecuado del puerto de inyección. Otros temas, como el orden de elución en función de las características fisicoquímicas, el funcionamiento del detector, los programas de temperatura para optimizar la corrida cromatográfica, y el cálculo manual de parámetros cromatográficos, mostraron porcentajes de aprobación entre el 45 % y el 56 %.

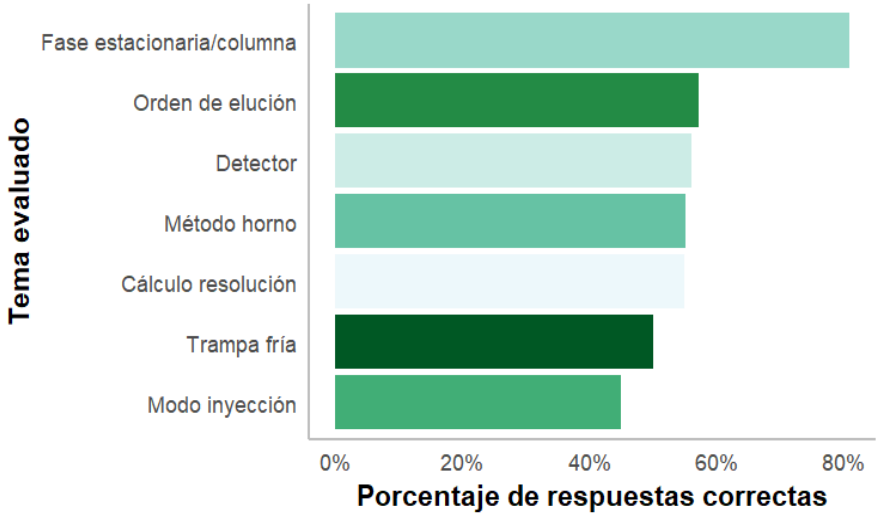


FIGURA 4. *Porcentaje de respuestas correctas en los distintos temas evaluados en el examen de cromatografía gaseosa.*

6. CONCLUSIONES

El uso de esta secuencia didáctica aplicada a cromatografía gaseosa permitió que los estudiantes se familiarizaran con una técnica analítica clave en sus trayectos profesionales como técnicos químicos. Los estudiantes manifestaron entusiasmo y comodidad al emplear el instrumento. Enfatizaron que la secuencia de trabajo empleada les permitió un abordaje claro y ordenado para comprender las variables de optimización en GC-ECD. A lo largo de la práctica los alumnos adquirieron habilidades en el manejo del equipo y lograron optimizar un método cromatográfico con éxito.

En cuanto a la evaluación de los conocimientos adquiridos, a pesar de que algunos conceptos relacionados a los componentes físicos del equipo (válvula split) y el fenómeno de trampa fría presentaron mayores dificultades, los resultados generales muestran una comprensión y aplicación de la técnica superior al 50% la mayoría de los casos. Se destaca el grado de compresión cercano al 81% para temas relacionados a la fase estacionaria y sus posibles interacciones con los analitos.

A partir de este análisis se identificaron las áreas de mejora que podrán guiar futuros cambios en la secuencia didáctica implementada en el curso, así como también qué conceptos deben reforzarse en materias previas.

ISBN 978-987-47159-9-9

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la universidad, al Instituto de Ciencias, a ex-docentes de la materia y a los estudiantes de la TUQ e IQ que participaron en activamente en la realización de las prácticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Área de Química. (2024). Guía de trabajos prácticos: Laboratorio III. *Instituto de Ciencias.* 22-27. Disponible en https://bit.ly/4ejxpzL

Kaal, E., & Janssen, H.-G. (2008). Extending the molecular application range of gas chromatography. *Journal of Chromatography A, 1184*(1-2), 43–60. https://doi.org/10.1016/.chroma. 2007.11.114

Samsidar, A., Siddiquee, S. y Md Shaarani, S. (2018). A review of extraction, analytical and advanced methods for determination of pesticides in environment and foodstuffs. *Trends in Food Science & Technology, 71*, 188–201. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.002

Santos, F. J. y Galceran, M. T. (2002). The application of gas chromatography to environmental analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry, 21*(9–10), 672–685. https://doi.org/10.1016/S0165-9936(02)00813-0

Viswanathan, R. y Krishnamurthy, N. (2023). *Engaging students through active learning strategies in a medicinal chemistry course*. *Journal of Chemical Education, 100*(12), 4638–4643. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00647

Xie, M., Inguva, P., Chen, W., Prasetya, N., Macey, A., DiMaggio, P., Shah, U. y Brechtelsbauer, C. (2020). Accelerating students' learning of chromatography with an experiential module on process development and scaleup. *Journal of Chemical Education, 97*(4), 1001–1007. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b01125

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1OsbStkDHK2M7N3RpFLhhUBZ5lbG9HhaU/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 4: Formación Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica – B4.17

Resumen y video

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA EN EL MARCO DE UNA ASIGNATURA DE PROCESOS QUÍMICOS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA EN UTN-FRBA

Ana Laura Fucile González Illescas

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires (UTN-FRBA), Buenos Aires, Argentina.
analaurafucile@frba.utn.edu.ar

María Cecilia Rodríguez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires (UTN-FRBA), Buenos Aires, Argentina.
mrodriguez@frba.utn.edu.ar

Agustina María Emilia Zangrando

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires (UTN-FRBA), Buenos Aires, Argentina.
azangrando@frba.utn.edu.ar

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo presentar una propuesta pedagógica innovadora aplicada en la asignatura Diseño, Simulación, Optimización y Seguridad de Procesos perteneciente al cuarto nivel de la carrera de Ingeniería Química en la Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional Buenos Aires (UTN-FRBA). Como estrategias se abordarán la Exposición Dialogada y el Estudio de Caso, proponiendo cómo diagramar su aplicación en las clases. Además, se analizará la articulación de dichas estrategias de enseñanza a fin de su aplicación en la asignatura mencionada precedentemente con el fin de dar cuenta de las necesidades que presenta el estudiantado avanzado en la carrera de Ingeniería Química, proponiendo una herramienta didáctica que pudiera dar respuesta a dichas necesidades. Esta propuesta innovadora podría servir de disparador en futuras investigaciones enmarcadas en la formación universitaria, favoreciendo a la mejora continua de los trayectos formativos de estudiantes en niveles superiores.

Palabras clave: *docencia universitaria; estrategias de enseñanza; articulación; exposición dialogada; estudio de caso.*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1BAaAt_XTR8FpsP97tmH9jKw-R0zxTr7o/view

ISBN 978-987-47159-9-9

PRÁCTICA SOCIAL EDUCATIVA DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN UNA COMUNIDAD CAMPESINA

Iris Dias

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
irisdias_228@yahoo.com.ar

Agostina Ojeda

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina.
agostinaneyenojeda@gmail.com

Natalia González

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina.
nataliagonzalez073@gmail.com

Cecilia Fernández Gauna

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina.
cfgauna@gmail.com

Resumen

Este trabajo se enmarca en el Proyecto de Extensión Educación Popular Agroecológica en Ciencia y Tecnología desarrollado en la comunidad de Jocolí en Lavalle-Mendoza. Se realizó una intervención en la Escuela Campesina de Agroecología (secundaria de Educación Permanente de Jóvenes y Adultos) de gestión social y con orientación en agroecología. El objetivo del trabajo es exponer lo diseñado y aplicado en el contexto de ruralidad que aportó conocimiento a la comunidad y enriqueció la formación en educación popular y rural. Previamente, se identificaron las necesidades de la comunidad lo que posibilitó diseñar una propuesta didáctica relacionada con saberes de Química transversales a espacios curriculares esenciales y troncales a la titulación ofrecida por dicha escuela. Se desarrollaron acciones junto a docentes y estudiantes del Profesorado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y directivos de la escuela. La secuencia didáctica incluyó instancias teórico-prácticas con actividades de laboratorio realizadas en la escuela y en los hogares del alumnado. Finalizada la propuesta pedagógica-didáctica, se aplicó una encuesta sobre percepciones y valoraciones, tanto al grupo de estudiantes y equipo directivo de la escuela como a docentes y estudiantes de la mencionada Facultad. Esta intervención contribuyó a la formación académica y al aprendizaje significativo.

Palabras clave: *actividades de laboratorio; enseñanza de la Química; Escuela Campesina de Agroecología; extensión universitaria; educación popular y rural*

1. MARCO TEÓRICO

En el marco del Proyecto de Extensión Educación Popular Agroecológica en Ciencia y Tecnología (RESOL. 788/2022 Rectorado) se realizaron intervenciones en las cuales se trabajó con la comunidad de Jocolí, departamento de Lavalle en Mendoza. Particularmente, se hace referencia a la Escuela Campesina de Agroecología (ECA) que cuenta con un secundario de Educación Permanente de Jóvenes y Adultos (EPJA) de gestión social, con orientación en agroecología.

Dicha comunidad se encuentra conformada por familias campesinas emprendedoras en torno a la "agricultura familiar" y entre sus dificultades destacan las limitaciones para acceder a la educación por dos

razones principales: distancia desde los hogares a los centros educativos y el tiempo de dedicación que requiere el trabajo rural, principalmente en épocas de poda o de cosecha.

El modelo de educación en la ECA, en el marco de la Educación Permanente de Jóvenes y Adultos (EPJA), adopta la pedagogía de la alternancia, en la cual los estudiantes asisten una semana a la escuela (Tiempo de escuela) y la siguiente semana permanecen en sus hogares con actividades de profundización y aplicación de lo aprendido (Tiempo en Comunidad). De ese modo continúan con su aprendizaje fuera del establecimiento y, además, comparten los conocimientos con sus familias y vecinos, ya que las cartillas diseñadas por los docentes están pensadas para que el grupo de estudiantes realice trabajos colaborativos que impliquen involucrar a otras personas de la comunidad.

En el marco del proyecto se propusieron talleres, debates y visitas de estudio abiertas a toda la comunidad, articuladas con la implementación de clases formales en la ECA en las que se abordaron los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para que los estudiantes, y a través de ellos también su entorno, se apropiaran de las herramientas tecnológicas y el manejo de técnicas agroecológicas para el tratamiento de los cultivos. Cada actividad fue planificada y desarrollada de forma articulada por docentes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO), miembros del nodo mendocino de la red de tecnologías libres y del Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria de Mendoza (ISCAMEN), educadores de la ECA y estudiantes del Profesorado de Grado Universitario en Ciencias Básicas con orientación en Biología, Química, Física o Matemática. Esta presentación se refiere principalmente al trabajo realizado en torno a las clases formales de química, sobre saberes vinculados a la agroecología, que desarrollaron en la ECA docentes y estudiantes de la carrera del Profesorado de la FCEN.

La importancia de las intervenciones de estudiantes del Profesorado de la FCEN radica en que la UNCUYO, en el marco de los Lineamientos y ejes para la creación y/o actualización de carreras de pregrado y grado en la Universidad Nacional de Cuyo, en las Prácticas Socioeducativas promueve la participación ciudadana y democrática de los estudiantes en sus comunidades (ORD. 7/2016 Rectorado).

Asimismo, considerando las tres funciones sustantivas de la Educación Superior (docencia, extensión e investigación) lo que se busca es la formación universitaria integral de la comunidad estudiantil que conforma la Universidad y por ello, la Práctica Socioeducativa es una de las estrategias tendientes a alcanzarlo. Particularmente, se desarrollan acciones teórico-prácticas en un entorno territorial promoviendo el diálogo de saberes, así como también la inter y transdisciplina. En las relaciones educativas que se dan en una Práctica Socioeducativa, se favorece un aprendizaje horizontal promoviendo múltiples relaciones educativas tales como docente-estudiante, estudiante-docente y estudiante-estudiante y se suma un actor educativo portador de saberes, capaz de aprender y de enseñar desde la experiencia (actor comunitario). En la escuela la relevancia de la ciencia debe estar presente en la práctica docente y para ello un modo pertinente y adecuado implica hacerlo en el contexto de la vida cotidiana. De ese modo se consigue, por un lado, mostrar su utilidad y su relación con la tecnología posibilitando tomar decisiones frente a cuestiones de la vida real. Por otra parte, los estudiantes se motivan e interesan más por el tema trabajando con empeño para dominarlo lo que se traduce en aprendizaje significativo (Acevedo Díaz, 2004). Asimismo, el territorio se constituye en un aprendizaje situado en el que se ponen en juego teorías para realizar contribuciones concretas atendiendo a la realidad del territorio (relación dialéctica entre teoría y práctica).

En este sentido, es esencial que los estudiantes construyan el conocimiento siendo partícipes activos recurriendo a sus saberes previos con la finalidad de encontrar sentido para aplicarlo en situaciones concretas en el ámbito escolar y, además, en su vida cotidiana. De este modo se permite que puedan aprender a aprender ya que la intervención pedagógica no implica transmitir información sino interpretarla (construcción activa) promoviendo el aprendizaje significativo transfiriendo lo aprendido en su entorno.

Sabiendo que una de las necesidades de la Comunidad de la ECA es la formación en ciencia y tecnología fomentando una agroecología sustentable y sostenible en el tiempo dentro de dicha comunidad, contribuir a esa formación fue posible gracias a la intervención áulica realizada.

Entre las capacidades a desarrollar en la EPJA se encuentra la que establece emplear estrategias cognitivas y metacognitivas que posibiliten la construcción de conocimientos para analizar, comprender e

ISBN 978-987-47159-9-9

intervenir en el entorno social, cultural y natural en el que está inserto y en una de sus dimensiones se encuentra plantear y resolver problemas cotidianos utilizando diversas estrategias cognitivas y metacognitivas.

Dentro de las capacidades específicas las que adquieren relevancia en el marco de lo aplicado en la propuesta se destaca, por un lado, la que indica que deben involucrar actividades cognitivas y socio-afectivas que se ponen en juego en las decisiones cotidianas, potenciando la posibilidad de accionar y transformar y, por otra parte, promover la interrelación de los saberes construidos a lo largo de la vida con los conocimientos nuevos, generando otros saberes.

La estructura curricular de la EPJA incluye un Ciclo Formativo integrado por varios módulos acreditables y el estudiante desarrolla una serie de capacidades apropiándose de un determinado cuerpo de saberes. Se organiza en Ciclo Básico (1° Año) y Ciclo Orientado (2° y 3° Año) en los que se desarrollan cuatro Módulos de Formación Básica (centrados en el logro de capacidades propias de las disciplinas básicas) y dos módulos de Formación Orientada (se desarrollan capacidades propias de un determinado ámbito de desempeño social y/o laboral).

La ECA ofrece la titulación Bachiller en Agro y Ambiente y en 2do Año del Ciclo Orientado y, particularmente, en el Módulo 1 en los aprendizajes específicos para Tecnología de los alimentos, menciona al saber de Química en torno al cual se diseñó la propuesta didáctica que se presenta en esta comunicación y que corresponde a pH (se destaca la importancia del pH en la elaboración de conservas como la salsa de tomate, por ejemplo); luego desde la perspectiva de la producción agrícola (se destaca la importancia del pH del suelo y del agua en el manejo de los recursos naturales para la producción) y, finalmente, desde la perspectiva de la Tecnología Agroindustrial (se destaca la necesidad de saber realizar e interpretar análisis químicos y físicos).

Además, en 3° Año del Ciclo orientado en su módulo 2, para Producción agrícola dentro de sus aprendizajes específicos menciona el manejo de recursos naturales de importancia: suelo-agua-clima e implícitamente el conocimiento e importancia del pH contribuye en esta etapa específica dentro de la formación por las nociones adquiridas (adquiridas el año anterior) y su relación con el suelo y el agua.

Asimismo, dentro de otro de los espacios curriculares de 3°Año del Ciclo orientado en su módulo 2, se encuentra Tecnología Agroindustrial y uno de los aprendizajes específicos establece la realización de análisis físicos o químicos y su interpretación y nuevamente adquiere relevancia no solamente adquirir nociones básicas sobre pH sino que la realización de experiencias de laboratorio en torno a este concepto dentro de la Química, es sumamente importante y valioso ya que lo adquirido se puede extrapolar a otros contextos y situaciones que impliquen realizar análisis e interpretar resultados.

En el marco de la evaluación, el diseño curricular establece generar diálogo entre estudiantes y docentes reconociendo saberes adquiridos en actividades de la vida tal como es el caso del suelo y del agua recursos que en el contexto de la comunidad en la cual se encuentra la escuela claramente constituye parte de su vida (RESOL. 1280/2017 DGE).

En este marco el objetivo general de este trabajo es exponer lo diseñado y aplicado en este contexto de ruralidad que contribuyó aportando conocimiento a la comunidad y, además, enriqueció la formación en educación popular y rural.

2. METODOLOGÍA

Los estudiantes practicantes y docentes responsables de sus Prácticas educativas en Química trabajaron en conjunto con los educadores de la ECA, aplicando aquellas estrategias que mejor se adaptaron al contexto para cumplir con el objetivo propuesto.

La secuencia didáctica se aplicó de forma presencial en la escuela dentro del espacio curricular Agroecología el cual se dicta cada quince días y es el momento en el que asisten los estudiantes. La edad de la población de estudiantes que cursan en el establecimiento es a partir de los 18 años y lo hacen mediante una modalidad de “multiciclo”, lo que implica que materias como Agroecología se dicten al mismo tiempo en Segundo y Tercer Año.

ISBN 978-987-47159-9-9

En una primera instancia, se reunió el docente a cargo de Agroecología y el equipo docente de Didáctica de las Ciencias Básicas y de la Química; del Taller de Preparación de Prácticas de laboratorio en Química y de la Práctica Educativa en Química, espacios curriculares obligatorios que conforman el Plan de Estudios del Profesorado en Ciencias Básicas con orientación en Química de la FCEN-UNCUYO.

Para fortalecer los conocimientos en ciencia y tecnología que la comunidad rural necesitaba se dictaron talleres sobre Agroecología a cargo del personal del ISCAMEN, sobre usos de tecnología abierta (nodo mendocino de la Red de tecnologías libres). A partir de lo abordado en los talleres, desde el área de Química, se analizaron los contenidos y su relación con saberes específicos de Química, teniendo en cuenta lo establecido en el Diseño Curricular. Producto de ese análisis, por un lado, se seleccionaron los saberes relacionados con Tabla Periódica y pH que son relevantes para el Bachillerato que cursa el grupo de estudiantes y, por otra parte, aquellos que por su importancia dentro de la comunidad fueran asequibles para desarrollar habilidades de laboratorio propias de la Química promoviendo el aprendizaje significativo.

En una segunda instancia, mediante encuentros presenciales y virtuales (sincrónicos y asincrónicos) y trabajo colaborativo en Google Drive, entre estudiantes practicantes y sus docentes, se aplicó lo aprendido por los estudiantes del Profesorado en los espacios curriculares Didáctica de las Ciencias Básicas y de la Química y el Taller de Preparación de Prácticas en laboratorio en Química y se planificaron y diseñaron, por un lado, los marcos teóricos y actividades a proponer al grupo de estudiantes relacionados con Tabla Periódica, los nutrientes del suelo y el concepto de pH. Por otra parte, las experiencias de laboratorio a realizar en el establecimiento junto a las Actividades en Comunidad que implican realizarlas en sus hogares, luego de la clase obligatoria presencial en la escuela en los días y horarios destinados a Agroecología, tal como se mencionó anteriormente.

Dado que en la propuesta didáctica el saber específico con el que se trabajó fue pH, no sólo se definió al mismo, sino que, además, para las experiencias de laboratorio se precisó definir a los indicadores de pH y su importancia. En este trabajo se entiende por pH a la medición del “potencial Hidrógeno” para identificar si una sustancia es ácida o básica. En un sentido estricto, cabe aclarar que en esta presentación se adhiere a lo propuesto, en 1909, por Sorensen y para contar con una medida práctica de pH de una disolución, éste se define como el logaritmo negativo de la concentración de ion hidrógeno (en mol/L). (Chang, 2010)

Si bien para el cálculo del valor de pH se emplea una expresión matemática que permite hallar su valor (cantidad adimensional), cabe aclarar que, en este trabajo en particular, sólo se abordó de forma cualitativa y de allí la importancia de los indicadores de pH. Particularmente, se adopta la siguiente definición para indicador de pH: sustancia química que cambia su color conforme al pH de la muestra a la que se añade y esto permite identificar a la misma como ácida o básica. Estrictamente, el indicador de pH es, “un ácido orgánico o una base orgánica débil que presenta colores diferentes en sus formas ionizada y no ionizada. Estas dos formas se relacionan con el pH de la disolución en la que se disuelve el indicador”. (Chang, 2010, p. 732)

En la propuesta didáctica desarrollada en la ECA, en un primer momento, se explicó al grupo de estudiantes, de forma general, el concepto de pH y su importancia, particularmente, en el suelo y en el ámbito de la Agroecología ya que el pH del suelo es una de las condiciones necesarias para que un cultivo crezca de manera óptima (rango adecuado). De lo contrario, el suelo puede sufrir una deficiencia de nutrientes tales como magnesio, hierro, potasio, entre otros.

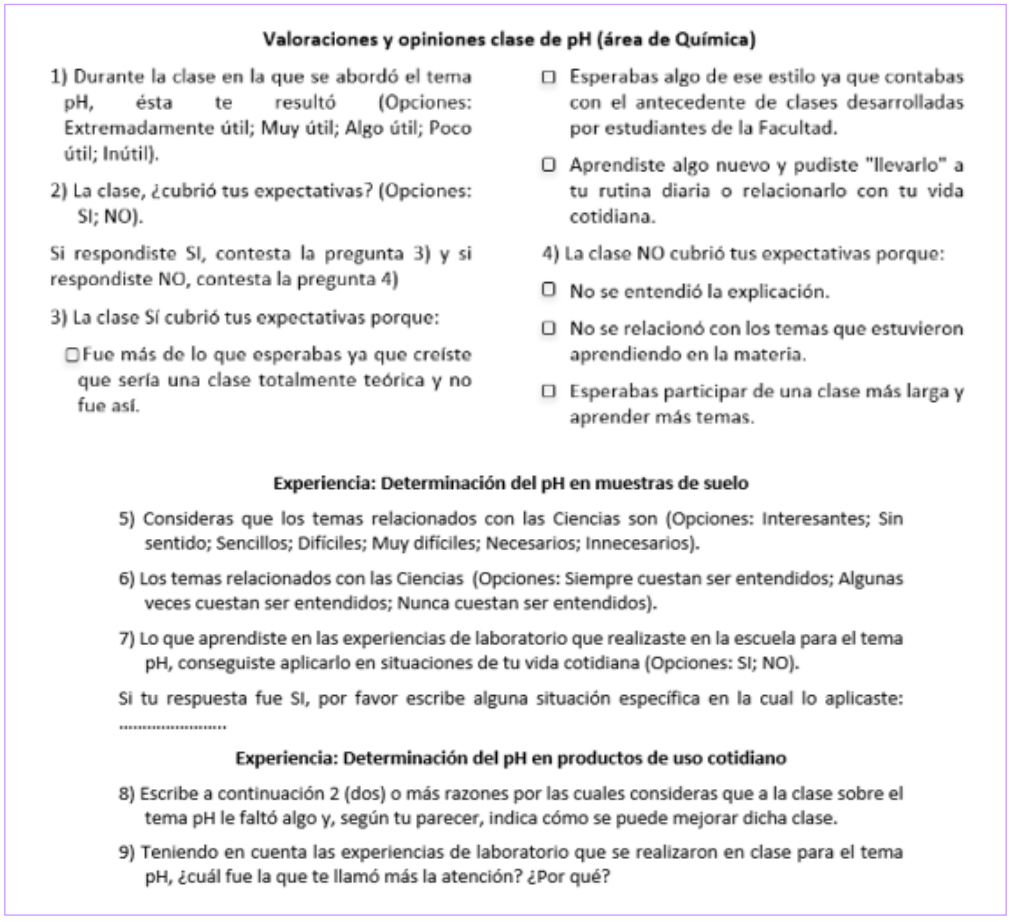
Finalizada la explicación que permitió reconocer la importancia de abordar el concepto de pH particularmente en el suelo, se propuso una experiencia de laboratorio en la que se trabajó con muestras de suelo recolectadas dentro del ámbito escolar y en espacios que conforman el mismo a saber: canal de riego, chiquero y la huerta. Fueron esas muestras de suelo las que se analizaron siguiendo el protocolo especialmente diseñado para tal fin y en el que el indicador de pH utilizado fue preparado por el grupo de estudiantes, a partir de repollo morado. Además, se desarrolló una segunda instancia de análisis e identificación cualitativa del pH y para ello, se analizaron muestras de productos de uso diario disponibles en el hogar tales como: lavandina, jabón líquido, vinagre blanco, agua potable, jugo de limón, leche entera y aceite de girasol.

ISBN 978-987-47159-9-9

El objetivo final al realizar ambas experiencias de laboratorio fue identificar de forma cualitativa el valor de pH en muestras de productos de uso cotidiano y en muestras de suelo para extraer conclusiones reconociendo la importancia del pH en la vida cotidiana.

Finalizada la clase presencial se indicó que, a partir de lo aprendido y trabajado en la misma, los estudiantes debían realizar una serie de actividades para trabajar en sus hogares y completar la cartilla especialmente diseñada para tal fin.

Por último, se aplicó una encuesta de valoración (FIGURA 1) y la muestra fue no aleatoria. Dicha encuesta fue semiestructurada con respuestas abiertas y cerradas, a través de un formulario Google. El grupo de estudiantes valoró los diversos aspectos propuestos en dicha encuesta los cuales estuvieron relacionados con el desarrollo de la clase, las expectativas del alumnado y el logro del aprendizaje significativo.



Valoraciones y opiniones clase de pH (área de Química)

1) Durante la clase en la que se abordó el tema pH, ésta te resultó (Opciones: Extremadamente útil; Muy útil; Algo útil; Poco útil; Inútil).

2) La clase, ¿cubrió tus expectativas? (Opciones: SI; NO).

Si respondiste SI, contesta la pregunta 3) y si respondiste NO, contesta la pregunta 4)

3) La clase SÍ cubrió tus expectativas porque:

- ☐ Fue más de lo que esperabas ya que creíste que sería una clase totalmente teórica y no fue así.
- ☐ Esperabas algo de ese estilo ya que contabas con el antecedente de clases desarrolladas por estudiantes de la Facultad.
- ☐ Aprendiste algo nuevo y pudiste "llevarlo" a tu rutina diaria o relacionarlo con tu vida cotidiana.

4) La clase NO cubrió tus expectativas porque:

- ☐ No se entendió la explicación.
- ☐ No se relacionó con los temas que estuvieron aprendiendo en la materia.
- ☐ Esperabas participar de una clase más larga y aprender más temas.

Experiencia: Determinación del pH en muestras de suelo

5) Consideras que los temas relacionados con las Ciencias son (Opciones: Interesantes; Sin sentido; Sencillos; Difíciles; Muy difíciles; Necesarios; Innecesarios).

6) Los temas relacionados con las Ciencias (Opciones: Siempre cuestan ser entendidos; Algunas veces cuestan ser entendidos; Nunca cuestan ser entendidos).

7) Lo que aprendiste en las experiencias de laboratorio que realizaste en la escuela para el tema pH, conseguiste aplicarlo en situaciones de tu vida cotidiana (Opciones: SI; NO).

Si tu respuesta fue SI, por favor escribe alguna situación específica en la cual lo aplicaste: .....

Experiencia: Determinación del pH en productos de uso cotidiano

8) Escribe a continuación 2 (dos) o más razones por las cuales consideras que a la clase sobre el tema pH le faltó algo y, según tu parecer, indica cómo se puede mejorar dicha clase.

9) Teniendo en cuenta las experiencias de laboratorio que se realizaron en clase para el tema pH, ¿cuál fue la que te llamó más la atención? ¿Por qué?

FIGURA 1. *Encuesta de valoración aplicada a los estudiantes.*

3. RESULTADOS

La instancia presencial con la intervención áulica comandada por estudiantes avanzados del Profesorado y el desarrollo de la secuencia didáctica especialmente diseñada (teórico-práctica) fue participativa y fructífera ya que, en la medida que se desarrollaron los diversos momentos de la clase (inicio, desarrollo y cierre), se evidenció el interés y deseos de aprender por parte del grupo de estudiantes enriqueciendo y retroalimentando el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En cuanto a la aplicación de la encuesta, a continuación, se presentan los aspectos más representativos que permitan llegar a conclusiones significativas para este trabajo.

ISBN 978-987-47159-9-9

Con respecto a la utilidad de la clase, el 50% de los encuestados consideró que la misma fue extremadamente útil, el 33,3% algo útil y el 16,7% muy útil.

Cabe destacar que el 100% de los alumnos consideró que la clase cubrió sus expectativas y, entre las opciones propuestas en la encuesta, las razones seleccionadas para justificar la elección fueron que la clase no fue totalmente teórica y que lo aprendido lo relacionaron con su vida cotidiana.

Por otra parte, los encuestados opinaron que los temas relacionados con las Ciencias son interesantes y necesarios y, particularmente, en cuanto a su entendimiento, el 66,7% consideró que algunas veces cuestan ser entendidos, el 16,7% que siempre cuestan ser entendidos y el 16,7% que nunca cuestan ser entendidos.

Centrando la atención en el desarrollo de las experiencias de laboratorio realizadas durante la clase y lo que el grupo de estudiantes aprendió a partir de las mismas, el 66,7% consideró que sí consiguió aplicarlo en su vida cotidiana ya que identificaron el valor de pH del suelo de sus huertas familiares.

Por último, entre las preguntas abiertas propuestas en la encuesta una de ellas solicitó indicar si a la clase le faltó algo o se debía mejorar algún aspecto de la misma y las respuestas más representativas indicaron que lo dado estuvo bien, que fue interesante, divertido y posible de aprender.

En cuanto a las experiencias de laboratorio realizadas durante la clase y aquello que llamó más su atención se destacan los cambios de color observados en las muestras y en algunos casos burbujeo, así como también identificar el valor de pH en muestras de suelo.

Finalmente, cabe destacar que el grupo de estudiantes se mostró muy satisfecho por lo realizado agradeciendo la atención y explicación para salvar dudas y destacaron la importancia de continuar desarrollando clases de este tipo.

Además, se consultó al resto de los actores con respecto a los aprendizajes que esta experiencia de extensión dejó en cada uno de ellos. Los estudiantes del Profesorado indicaron, por un lado, que fue muy útil para su formación docente y que entre los aprendizajes logrados se encuentran el diseño de experiencias de laboratorio con materiales no convencionales y la posibilidad de trabajar con un grupo de estudiantes muy variado en sus edades. Por otra parte, dicho grupo expresó que es muy valioso que la Universidad continúe llevando adelante proyectos de extensión porque esto permite extender sus saberes y hacerlos llegar a lugares donde habitualmente no llegan (como las comunidades rurales). En el caso del grupo de educadores de la ECA, se resaltó que fue una experiencia muy edificante calificando a la clase desarrollada por estudiantes del Profesorado como muy didáctica y entretenida logrando una alta participación del grupo de estudiantes. Además, se reconoció que el material desarrollado sería de utilidad para años futuros. En cuanto a los docentes que conforman las cátedras que pertenecen al Profesorado de la FCEN, lo que se aprecia es la oportunidad y valiosa posibilidad de aplicación de secuencias didácticas en un contexto que no es el habitual para el dictado de los espacios curriculares obligatorios y la apertura a otros sitios y contextos en los que el alumnado pueda intervenir y aplicar sus aprendizajes lo que fomenta y promueve la formación integral del futuro egresado del Profesorado de la FCEN. Finalmente, el equipo directivo de la ECA y del proyecto de extensión valoró muy positivamente el trabajo desarrollado haciendo especial énfasis en la necesidad de continuar generando espacios de diálogo entre la comunidad académica y las comunidades rurales ya que ven en estos espacios una tierra fértil para cultivar la verdadera democratización del conocimiento.

4. CONCLUSIONES

En este contexto de ruralidad, la participación activa del grupo de estudiantes durante el desarrollo de la clase teórico-práctica que se propuso y los resultados obtenidos de la encuesta de valoración que se aplicó, permite concluir que efectivamente la intervención pedagógico didáctica con saberes de Química contribuyó a la formación académica de estudiantes promoviendo el aprendizaje significativo y, además, se aportó conocimiento a la comunidad enriqueciendo la formación en educación popular y rural.

Asimismo, se pudo coordinar un gran equipo de trabajo para que cada uno, desde su campo de experticia, pudiera aportar a un objetivo común planteado desde el diagnóstico de necesidades de la comunidad rural. Fue

posible articular diferentes acciones que generaron y/o fortalecieron lazos de trabajo y colaboración que enriquecieron a todos los involucrados.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Secretaría de Extensión y Vinculación del Rectorado por la financiación del Proyecto "Educación Popular Agroecológica en Ciencia y Tecnología".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Díaz, J. A (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 1*(1), 3-16. https://www.redalyc.org/pdf/920/92010102.pdf

Chang, R. (2010). *Química General*. Mc Graw Hill. Décima edición.

Ordenanza 7-16/CS de 2016. [Rectorado UNCUYO]. *Lineamientos y ejes para la creación y/o actualización de carreras de pregrado y grado de la Universidad Nacional de Cuyo*. 18 de febrero de 2016.

Resolución 1280 de 2017. [Dirección General de Escuelas]. *Estructura y Diseño Curricular del Ciclo Básico y Ciclo Orientado Educación Secundaria de la Modalidad de Educación Permanente de Jóvenes y Adultos*. 14 de Julio de 2017.

Resolución 788 de 2022. [Rectorado UNCUYO]. *Resultados de la 14ª Convocatoria de los Proyectos "Mauricio López"*. 29 de marzo de 2022.

Video **Enlace al video explicativo del trabajo presentado**
https://drive.google.com/file/d/1CzPDw0lD8He5hc5xFoQOMCZnsLPCOmcg/view

ISBN 978-987-47159-9-9

APLICACIÓN DEL CICLO DE INDAGACIÓN EN EL ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN BAHÍA BLANCA, ARGENTINA

Eugenia Gabriela Nahuelhual

Instituto Don Bosco, Bahía Blanca. Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
eugenianahuelhual@gmail.com

Sabrina Angeletti

Instituto Don Bosco, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
angelettisa@gmail.com

Cristina Sanhueza

Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
ccsanhueza@yahoo.com.ar

Resumen

En el marco del Curso - Taller "Senderos de Indagación: Aplicación del Ciclo de Indagación en senderos naturales" (dictado por la Dra. Cristina Sanhueza en la Universidad Nacional del Sur de Argentina, durante el 2024) aplicamos una herramienta de investigación llamada Ciclo de Indagación (CI) durante una Jornada de Recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios. Con el objetivo de conocer el desempeño de dichas jornadas realizadas en Bahía Blanca durante los años 2007-2024, analizamos dos variables: el volumen de los residuos tecnológicos y la participación ciudadana. Los resultados indican que los años de mayor acopio de residuos tecnológicos fueron 2016 y 2017. Desde el año 2018 hasta la actualidad se registró un mayor número de asistentes (más de 530 personas por año). El incremento en el número de participantes y en el volumen de residuos tecnológicos podría estar relacionado a una mayor conciencia ciudadana en torno al cuidado del ambiente. Esto demuestra un mayor interés y responsabilidad por parte de la población de Bahía Blanca en la separación y disposición de los dispositivos electrónicos en desuso. Concluimos que el CI es una herramienta muy valiosa para la investigación y la exploración vinculada con la conservación ambiental.

Palabras clave: *ciclo de indagación; reutilización; residuos electrónicos; educación ambiental; Bahía Blanca.*

1. INTRODUCCIÓN

El Ciclo de Indagación (CI) es una estrategia didáctica utilizada en espacios de educación formal y no formal, que promueve procesos activos de formación integral de conocimiento y habilidades de pensamiento (Roldán et al., 2019, Sanhueza, 2021). Se trata de una herramienta sencilla y potente, ya que se puede usar en diversas áreas del conocimiento, así como en una gran diversidad de ámbitos y contextos. Esta herramienta constituye una alternativa al tradicional "método científico" y se basa en generar una "experiencia científica de primera mano" mediante el planteo de una pregunta, originada por la observación directa del entorno, interés y curiosidad particular del investigador (Feinsinger y Ventosa Rodríguez, 2014). Las experiencias y conocimientos previos del investigador o investigadora determinarán el concepto de fondo de la pregunta planteada.

Finalmente, se reflexiona sobre los resultados de su acción y las posibles implicancias que tienen estos resultados en el contexto estudiado y sobre ámbitos mayores. A su vez, estas reflexiones pueden derivar en el planteo de nuevas preguntas de interés que permitan ampliar o profundizar el conocimiento, es decir, dar inicio a un nuevo ciclo. Se define así, un proceso dinámico, abierto y contextualizado, adaptado a la edad de los

ISBN 978-987-47159-9-9

"indagadores" que se puede resumir en tres pasos: pregunta, acción y reflexión (Barberis et al., 2017, Feinsinger et al., 2020) (FIGURA 1).

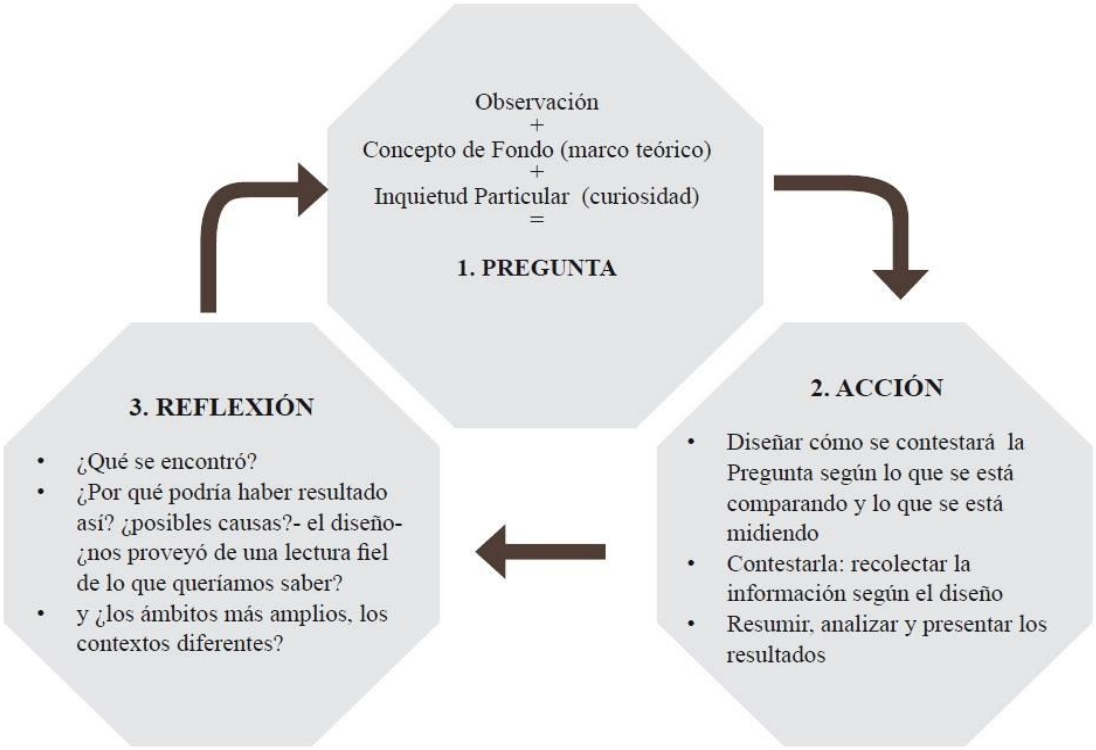


FIGURA 1. *Los tres pasos de un Ciclo de Indagación (CI). Fuente:* ***Feinsinger y Ventosa Rodríguez (2014).***

Los residuos peligrosos son aquellos que tienen alguna característica particular por la que deben ser tratados de manera diferenciada ya que su poder de contaminación es más alto que el de los otros residuos. Las Jornadas de Recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios son campañas llevadas a cabo periódicamente y organizadas por el Municipio de Bahía Blanca junto a otros actores de la ciudad. Desde el año 2007 hasta la fecha se han realizado 21 campañas con el objetivo de dar un destino seguro a estos residuos evitando la contaminación del aire, el suelo, el agua y hasta poner en peligro la vida humana directamente, por su mala disposición. Los residuos peligrosos que se reciben son: electrodomésticos, televisores, computadoras, monitores e impresoras, cartuchos de impresoras y tonner, baterías y pilas, termómetros de mercurio, envases vacíos de pintura, de solventes y de productos de limpieza, medicamentos vencidos, lámparas y tubos fluorescentes.

La innovación tecnológica permitió que muchos dispositivos sean accesibles para un público masivo y de uso común en la vida cotidiana, pero también que sean cada vez más descartados. Toda esta aparatología, cuando llega al final de su vida útil, se convierte en RAEEs (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) que contiene sustancias químicas tóxicas que deben ser tratadas de forma adecuada. En el 2018 nuestro país llegó a ocupar el tercer puesto en la generación de desechos electrónicos con casi 500 kilotoneladas, según el reporte "Tecnología para la acción climática en América Latina" de la Asociación GSMA y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Jorisch et al., 2018). En Bahía Blanca, las campañas de recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios se vinculan con proyectos de recuperación de aparatos eléctricos y electrónicos.

2. OBJETIVOS

- Aplicar el ciclo de indagación para abordar una problemática ambiental.
- Cuantificar el volumen de los residuos tecnológicos recibidos en las Jornadas de Recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios realizadas en Bahía Blanca durante los años 2007-2024.

ISBN 978-987-47159-9-9

- Analizar la participación ciudadana en dichas jornadas.
- Concientizar a partir de la acción directa sobre una problemática ambiental.

3. METODOLOGÍA

En el transcurso de un encuentro de 4 horas de duración del curso-taller, una de las actividades a desarrollar en grupo fue el diseño de una indagación completa libre, según el interés y curiosidad del equipo. Se organizaron pequeños grupos de trabajo cuyos integrantes pertenecían a diferentes formaciones, de manera de estimular la diversidad de miradas y la manera de relacionarse con el entorno natural. Este tipo de indagación se orienta al proceso autónomo de construcción del trabajo por parte de los estudiantes (Sanhueza, 2021).

En el momento inicial, recorrimos el predio de la universidad y decidimos enfocar nuestra indagación en la 21º Jornada de Recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios, que se llevaba a cabo en el lugar. Debíamos plantear la observación, el concepto de fondo, la inquietud particular y la pregunta principal que inicia el CI. A partir de una entrevista disparadora con personas que recuperaban piezas de los residuos electrónicos recibidos para usarlos con fines artísticos, nos surgieron interrogantes y comenzamos a ordenar todas las experiencias recolectadas, y de esta manera desarrollamos nuestra indagación completa.

4. RESULTADOS

Fases del CI diseñadas y puestas en marcha en el marco de la 21º jornada de Recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios y posteriormente socializados en el Curso-Taller (FIGURA 2):

Nuestra Observación: Existen personas que utilizan parte de los residuos peligrosos como materia prima para sus proyectos artísticos y asisten a estas jornadas porque ya no los encuentran en los basurales (FIGURA 3).

Nuestro Concepto de fondo: Estas jornadas se apoyan en programas de educación ambiental y promueven acciones de disposición responsable de los residuos.

Nuestra Inquietud particular: ¿Existe un aumento en la participación de las personas y del volumen de residuos recolectados en las jornadas a lo largo de los años?

Nuestra Pregunta: ¿Cómo varía la cantidad de participantes y de residuos peligrosos domiciliarios recolectados en cuatro jornadas realizadas entre 2007 y 2021 en Bahía Blanca?

Nuestra Acción: Con el fin de obtener información sobre la participación de la comunidad y el volumen de residuos recolectados en Jornadas anteriores, realizamos entrevistas personales a referentes de las entidades organizadoras y una búsqueda de información en la Web mediante el uso de teléfonos celulares. Estas actividades permitieron completar el CI y ponerlo en común con el resto del curso. Las reflexiones obtenidas durante el encuentro motivaron el planteo de nuevas preguntas que nos llevaron a empezar un nuevo CI.

La falta de información y de datos sobre las Jornadas anteriores disponible en la Web, fue limitante a la hora de obtener resultados en torno a estas. Por tal motivo, continuamos el contacto establecido con la Subsecretaría de Gestión Ambiental del Municipio de Bahía Blanca, quienes nos brindaron información detallada sobre las Jornadas llevadas a cabo hasta la actualidad. A partir de ello realizamos un análisis, cuantificando el volumen de residuos tecnológicos recibidos (computadoras e impresoras) y la participación ciudadana a lo largo de los años.

ISBN 978-987-47159-9-9

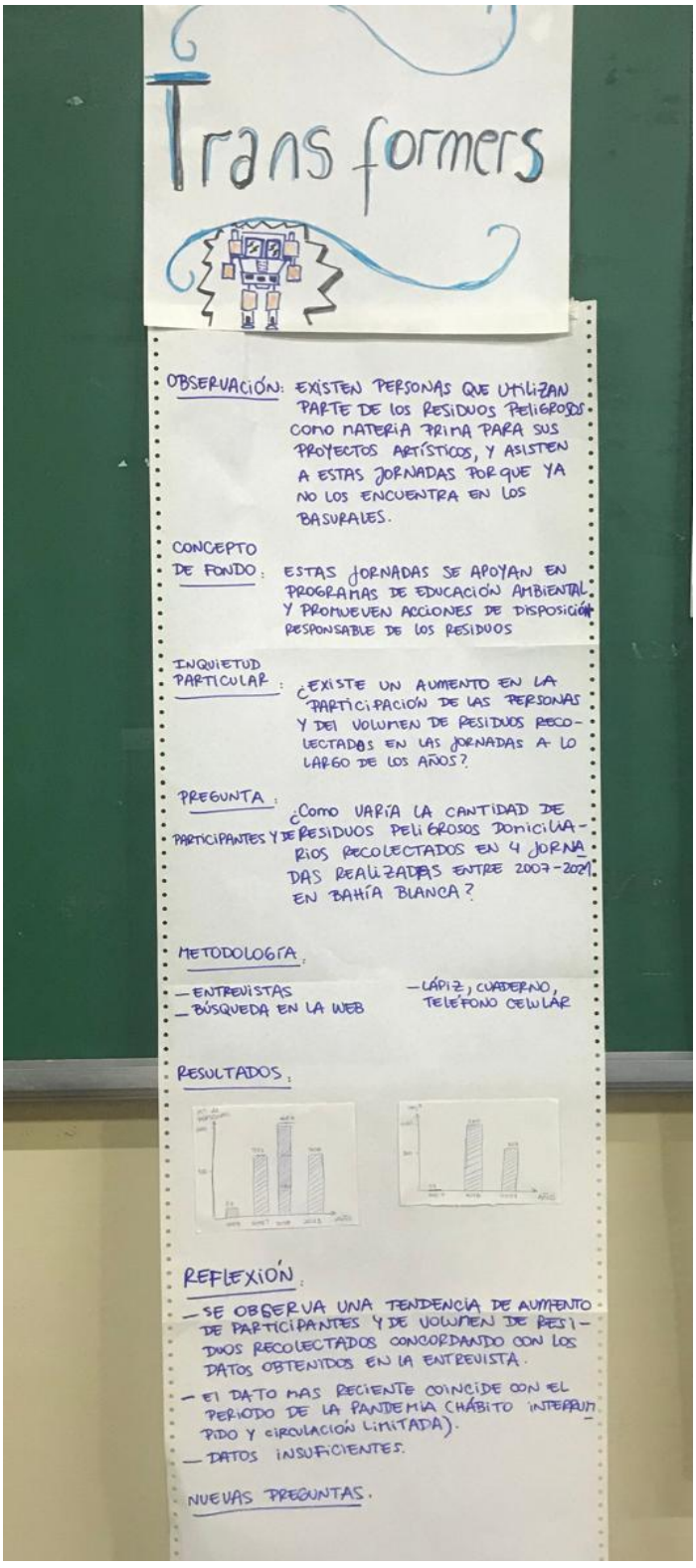


FIGURA 2. *Presentación del CI en el Curso-Taller (elaboración propia).*

ISBN 978-987-47159-9-9



FIGURA 3. *Durante la 21º Jornada de recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios se desarman distintos equipos electrónicos para ser usados con fines artísticos (elaboración propia).*

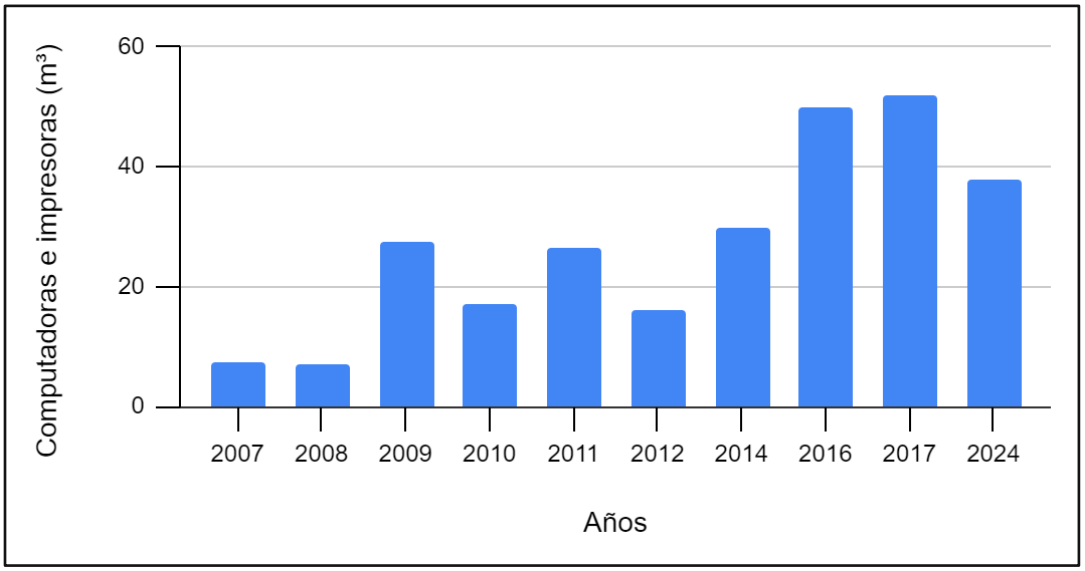


FIGURA 4. *Gráfico de las computadoras e impresoras recibidas (m³) en las jornadas anuales de recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios desarrolladas en Bahía Blanca, durante los años 2007 - 2024 (elaboración propia).*

ISBN 978-987-47159-9-9

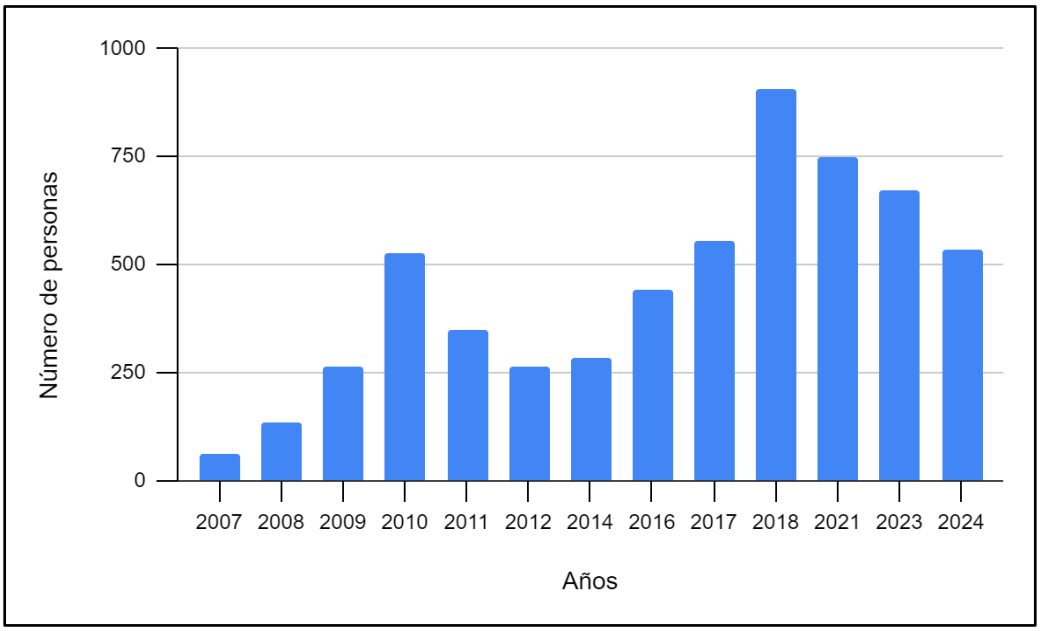


FIGURA 5. *Gráfico del número de personas que asistieron a las jornadas anuales de recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios desarrolladas en Bahía Blanca, durante los años 2007 - 2024 (elaboración propia).*

Nuestra REFLEXIÓN:

Podemos observar en el gráfico de la FIGURA 4 que los valores mínimos obtenidos en los años 2007 y 2008, se corresponden con los valores mínimos registrados en el gráfico de la FIGURA 5. Lo que denota una baja participación ciudadana al inicio de la implementación del programa ambiental.

Los años de mayor acopio de residuos tecnológicos fueron 2016 y 2017, esto no coincidió con los años de mayor concurrencia a las jornadas. Desde el año 2018 hasta la actualidad se registró un mayor número de asistentes (más de 530 personas por año). Sin embargo, no contamos con los datos de residuos tecnológicos recolectados para ese periodo. Hasta el 2018, más de 40 computadoras fueron recuperadas y donadas a distintas instituciones educativas de la ciudad (Moreno, 2018, párr. 8).

El incremento en el número de participantes y en el volumen de residuos tecnológicos podría estar relacionado a una mayor conciencia ciudadana en torno al cuidado del ambiente. Esto demuestra un mayor interés y responsabilidad por parte de la población de Bahía Blanca en la separación y disposición de los dispositivos electrónicos en desuso.

Sería interesante dar continuidad al programa y al registro de datos por parte del Municipio, para guiar la toma de futuras decisiones ambientales basadas en el análisis crítico de la información con el fin de propiciar el bienestar integral de la comunidad y el paisaje, poder realizar un manejo en acción o lo que suele llamarse un manejo adaptativo de los residuos, ir realizando medidas a la vez que estas se analizan, comprenden y cuestionan.

A partir de realizar esta indagación nos surgen nuevos interrogantes sobre la disposición final de cada uno de estos residuos, los diferentes modos de reutilización de algunos de estos residuos, sobre las diferentes percepciones de las personas que participan en estas Jornadas en cuanto a la participación ciudadana, entre otras. Todas estas inquietudes nos llevarán a formular nuevas preguntas y volver a comenzar el ciclo, y así ir generando nuevos conocimientos, nuevas medidas de manejo, etc.

5. CONCLUSIONES

El CI resulta una estrategia muy valiosa para la investigación y la exploración vinculada con la educación ambiental. Es una metodología que enriquece el trabajo colaborativo y genera experiencias directas con la curiosidad como motor del aprendizaje. La aplicación del CI y las reflexiones derivadas de esta experiencia nos

ISBN 978-987-47159-9-9

permitieron profundizar el conocimiento en torno a un tema de particular interés para la sociedad actual y contribuyó a la formación integral de conocimientos y habilidades. Consideramos que el implemento de esta herramienta en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia incide positivamente en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4 “Educación de calidad”.

Además, el CI nos permitió indagar de primera mano sobre situaciones concretas de nuestro entorno y poder reflexionar sobre nuestro accionar y actitudes como ciudadanos/as responsables.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Natalia Pittón, por la facilitación de los datos de las jornadas anuales de recolección de Residuos Peligrosos Domiciliarios de Bahía Blanca utilizados en este trabajo. También agradecemos a la Universidad Nacional del Sur por la financiación del proyecto PGI 24/Q124, en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barberis, I., Caselli, A. y de la Peña, M. (2017). *Ciencia y comunidad en la conservación de los humedales. Indagaciones en el paisaje local* (Tomo I) (1a ed.). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Feinsinger, P. y Ventosa Rodríguez, I. (2014). *Suplemento decenal al texto “Diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad”*. Editorial FAN.

Feinsinger, P., Ventosa Rodríguez, I., Izquierdo, A. E. & Buzato, S. (2020). The inquiry cycle and applied inquiry cycle: Integrated frameworks for field studies in the environmental sciences. *BioScience, 70*(12), 1065–1081. https://doi.org/10.1093/biosci/biaa108

Jorisch, D., Mallin, C., Accurso, M., García Zaballos, A. y Iglesias Rodríguez, E. (2018). *Tecnología para la acción climática en América Latina y el Caribe: Cómo las soluciones móviles y las TIC contribuyen a un futuro sostenible y bajo en carbono*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Moreno, F. (21 de octubre de 2018). ¿Qué pasa con los residuos peligrosos que se llevan a las colectas? *La Nueva*. https://www.lanueva.com/nota/2018-10-21-7-0-16--que-pasa-con-los-residuos-peligrosos-que-se-llevan-a-las-colectas

Roldán, A. I., Mendieta-Aguilar, G., Velásquez, F., Palomeque-De la Cruz, E. S., Vargas Callisaya, L. y Pacheco, L. E. (2019). Evaluación del empleo del ciclo de indagación en escuelas rurales de Bolivia. *Praxis, Educación y Pedagogía, 3*, 41-67. https://doi.org/10.25100/praxis_educacion.v0i3.7888

Sanhueza, C. (2021). Ciclo de indagación a todo terreno. *Revista de Educación en Biología*, Número Especial, 81-83.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/19C3LTaLqUddlfMSr6uN7fxS_0jtBOm2w/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 4: Formación Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica – B4.20

¿QUÉ PREGUNTA UN DOCENTE UNIVERSITARIO DE QUÍMICA CUANDO PREGUNTA?

María Belén Manfredi

Departamento de Química General e Inorgánica, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL), Santa Fe, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, Argentina.
mariabelenmanfredi@gmail.com

Héctor Santiago Odetti

Departamento de Química General e Inorgánica, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL), Santa Fe, Argentina.
hodetti@fbcb.unl.edu.ar

María Gabriela Lorenzo

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB-UBA). Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (**CIAEC**). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, Argentina.
glorenzoffyb@gmail.com

Resumen

Este trabajo analiza el papel de las preguntas en la enseñanza universitaria de la química, centrándose en el rol que éstas ocupan en diferentes recursos docentes. Las preguntas didácticas, no solo vehiculizan el conocimiento, sino que también facilitan la construcción de significados compartidos y fomentan un aprendizaje más autónomo. Sin embargo, en las aulas universitarias, los docentes suelen monopolizar la conversación, dejando a los estudiantes en un rol pasivo, lo que afecta su participación activa en el proceso educativo. Se analizaron la totalidad de las preguntas incluidas en dos materiales didácticos (guía de actividades y libro de texto) y en el discurso de un profesor en clase, categorizándolas en preguntas simples, de comprensión, de orden cognitivo superior, y metacognitivas. Los resultados muestran un predominio de preguntas de comprensión y sencillas, con muy pocas de orden cognitivo superior y ninguna metacognitiva. Además, se resalta el uso recurrente de preguntas retóricas, sobre todo en el discurso oral del docente. Sería necesario reflexionar sobre el impacto de estas preguntas en la interacción profesor-alumno y en la profundidad del aprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: *pregunta didáctica; análisis del discurso; enseñanza de la química; universidad, dispositivos docentes.*

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la enseñanza universitaria, la pregunta didáctica debería emerger como un elemento clave para la comunicación y comprensión de los conocimientos, en la construcción de significados compartidos. Esto ocurre por dos motivos: “la pregunta tiene un sentido, una orientación, una finalidad. Pero a la vez, la pregunta posibilita llegar al ser de las cosas, es decir, a su sentido, tal como si fuera una sonda.” (Grisales, 2012, p.125). Esta perspectiva destaca la importancia de la pregunta, como: a) medio de comunicación para la comprensión del valor de los saberes y b) mediadora entre la lógica del conocimiento y la construcción de nuevas preguntas por parte de los estudiantes posibilitando el acercamiento independiente a los saberes. Sin embargo, en las aulas universitarias suele ser el docente quien monopoliza la palabra, tanto en la oralidad como en lo escrito, definiendo lo que constituye el conocimiento desde la imposición directa de su versión sobre él, asignando al alumno un rol pasivo y receptivo del saber establecido (Morata Sebastián y Rodríguez Sánchez, 1997).

ISBN 978-987-47159-9-9

Los estudios sobre interacciones en el aula han mostrado que el porcentaje de preguntas por parte de los estudiantes decrece a medida que se avanza en los niveles educativos (Soto, 2001). En el nivel inicial el porcentaje de pregunta de los estudiantes es del 0,4%, en el nivel primario del 0,2%) mientras que en el nivel secundario es del 0,1%). De lo que podría inferirse que en el nivel universitario es aún menor, pudiendo describirse como una simulación dialógica con el predominio de preguntas retóricas y sólo algunas de continuidad (Prados Gallardo y Cubero Pérez, 2005).

Además de abarcar los significados de medio, mediación y comunicación, la pregunta también incluye los sentidos de contenido y método, ya que no surge en un vacío, sino en el contexto de un conocimiento disciplinar y didáctico, dentro del marco de una estrategia didáctica (Peralta Lara y Guamán Gómez, 2020). Así, la pregunta se convierte en una vía para lograr un objetivo educativo (Grisales Franco y González Agudelo, 2014). En esta línea, la pregunta o interrogación didáctica puede entenderse como una solicitud verbal o gestual que exige una respuesta en contextos educativos (Morata Sebastián y Rodriguez Sánchez, 1997). Las preguntas formuladas por el profesor no sólo fijan la atención del alumno en aspectos específicos que deben analizar, sino que también determinan los procesos mentales de aprendizaje (Alvarez Cisternas, 2020). Aquellos actos o actividades didácticas que generan una respuesta verbal o una acción que equivale a una respuesta se consideran dentro de esta categoría a pesar de no incluir signos de interrogación. Ejemplos de estos actos son completar frases incompletas, elegir entre varias opciones posibles o resolver problemas matemáticos, o también algunas actividades experimentales solicitadoras (Soto, 2001).

Estos recursos son utilizados por el docente durante su práctica con diferentes objetivos, según los cuales, se pueden clasificar en preguntas sencillas, de comprensión, de orden cognitivo superior y de metacognición (Anijovich y Mora, 2010). Así, el docente utiliza a) preguntas sencillas que requieren del estudiante respuestas simples y concisas, b) preguntas de comprensión cuando busca que relacione datos, compare o elabore, c) preguntas de orden cognitivo superior que exigen interpretar, predecir, evaluar críticamente y d) preguntas metacognitivas orientadas a la reflexión sobre los propios procesos de aprendizaje.

Por todo esto, el objetivo de este trabajo es analizar el rol que ocupan las preguntas en las propuestas de actividades y en los pasajes interrogativos del discurso de un docente en clases de química universitaria.

2. METODOLOGÍA

Se plantea un estudio exploratorio con alcance descriptivo a partir del análisis de documentos con enfoque cualitativo para el análisis de la totalidad de las preguntas incluidas en dos materiales didácticos (guía de actividades y libro de texto) y el análisis del discurso del profesor en clase empleando elementos del análisis de contenido.

Para el análisis se diseñó una guía tomando las categorías propuestas por Anijovich y Mora (2010) incorporando dos categorías de Prados Gallardo y Cubero Pérez (2005).

TABLA I. *Preguntas analizadas.*

Categoría	*Descriptor*
preguntas retóricas	No van seguidas de una pausa o silencio y es contestada por el propio hablante.
preguntas de continuidad	Son breves y acompañadas de un silencio de corta duración. Buscan apelar a la atención de los interlocutores.
preguntas sencillas	Requieren respuestas simples y concisas. Tienen por objetivo actividades como: reconocer, renombrar, observar, describir, entre otras.
preguntas de comprensión	Demandan respuestas que exigen relacionar datos, comparación y elaboración, entre otras.
preguntas de orden cognitivo superior	Solicitan respuestas que exigen interpretar, predecir, evaluar críticamente, entre otras.
preguntas metacognitivas	Instan a la reflexión sobre los propios procesos de aprendizaje.

ISBN 978-987-47159-9-9

3. RESULTADOS

El análisis de los tres dispositivos analizados, permitió describir los tipos de preguntas didácticas de acuerdo con los objetivos didácticos (Anijovich y Mora, 2010) empleadas por los docentes en sus discursos en clases, así como en los materiales que elaboran.

3.1 Guía de actividades

Esta guía denominada "Guía de ejercicios N°1: Conceptos Fundamentales", fue elaborada por docentes de Química General del primer año de las carreras de Licenciatura en Biotecnología, Bioquímica, Licenciatura en Nutrición, Licenciatura y Tecnicatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo y Saneamiento Ambiental de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas y de la Escuela Superior de Sanidad de la UNL con el fin de ser utilizada por docentes y estudiantes durante los encuentros sincrónicos en el contexto de enseñanza remota de emergencia. Se trata de la primera de cinco guías para un trayecto inicial de cinco semanas dedicado a introducir a los estudiantes que ingresan a la universidad en los primeros conceptos de química. Estas guías se encontraban disponibles en el aula virtual en MOODLE. La guía 1 fue utilizada durante las dos primeras clases de 3 h ofrecidas a través de la plataforma ZOOM en el curso 2021.

La propuesta incorpora un total de 17 consignas dedicadas a abordar aspectos y conceptos de la química tales como: lenguaje químico, masa, peso, características macroscópicas de los estados de la materia, sistemas materiales, niveles representacionales de la química, propiedades de la materia, cantidad de sustancia, entre otros. Solo 9 enunciados incluyen pasajes con signos de interrogación.

El resto de las preguntas se presentan como indicaciones que buscan que el alumno elabore glosarios, compare conceptos, complete mapas conceptuales, calcule cantidades de sustancias entre otras.

Solo se halló una **pregunta sencilla** relacionada con la acción de reconocimiento del vocabulario técnico específico:

> *"Luego de escuchar y observar la teoría del profesor René, les proponemos que tomen nota de aquellas palabras cuyo significado desconocen. A partir de ello, realicen una búsqueda en internet de sus significados y elaboren un glosario de dicha clase".*

La totalidad de las consignas incluyen alguna **pregunta de comprensión** que solicitan al estudiante actividades como interpretar, ejemplificar, clasificar, representar, comparar, explicar, calcular, entre otras. Algunas de estas se pueden ilustrar con los siguientes ejemplos:

> *"Expliquen la diferencia entre los siguientes términos: materia, materiales, sustancias, masa y peso. Representen las relaciones que existen entre ellos mediante esquema conceptual."*
>
> *"Lean atentamente las siguientes experiencias sencillas relacionadas con los estados de la materia (si poseen los materiales en su casa anímense a realizarlas) y respondan:*
> *a) Se infla un globo*
> *b) Se pone agua de la canilla en un vaso*
> *c) se coloca un trozo de madera en el vaso con agua.*
>
> *¿Qué ocurre con la forma del aire, el agua y la madera? ¿Qué propiedad de los distintos estados de agregación se pueden demostrar con las experiencias anteriores?"*
>
> *"¿Cuántos gramos de cada elemento, Ag y O, se podrían obtener a partir de 100 gramos de la sustancia Ag2O? ¿Cuántos gramos de O2 se podrían obtener?"*

En un solo caso se halló una pregunta de **orden cognitivo superior** dado que exige a los estudiantes, además de la comprensión, el cambio de códigos para representar los distintos niveles de procesamiento químico.

> *"Represente submicroscópicamente las siguientes situaciones: a) Un recipiente que contiene gas hidrógeno (H_2). b) Un recipiente que contiene gas nitrógeno (N_2). c) Un recipiente que contiene ambos compuestos. d) Un recipiente contiene la sustancia amoníaco (NH_3) en estado gaseoso. ¿Cuáles serían sustancias simples y cuáles compuestas?"*

ISBN 978-987-47159-9-9

No se hallaron preguntas de metacognición orientadas a tomar decisiones sobre la planificación, supervisión y evaluación del uso del propio conocimiento de los estudiantes.

3.2 Libro de texto

El libro "Química. Conceptos fundamentales", fue especialmente elaborado por docentes de la misma cátedra para el abordaje de los contenidos de química de un primer trayecto de química universitaria. Particularmente en el capítulo V se desarrollan tópicos centrales referidos a la naturaleza de la química, basados en el modelo del triángulo de Johnstone.

En este capítulo se incluyen un total de 53 preguntas didácticas de las cuales 35 incluyen pasajes con signos interrogativos. Mientras que las restantes 18 se presentan como indicaciones.

En cuanto a la categorización que considera a los objetivos didácticos perseguidos por cada pregunta, se hallaron un total de 5 preguntas sencillas que buscan acciones como nombrar, reconocer, describir. Esto se puede visualizar en los siguientes casos:

"¿Qué nombre reciben las unidades que constituyen la sustancia ozono?"

"¿Cómo están formadas?"

"Confecciona una lista de los elementos químicos existentes en los compuestos nombrados."

Por otra parte, 49 consignas incluyen **preguntas de comprensión** que apuntan a objetivos varios como ejemplificar, clasificar, inferir, comparar, explicar, calcular, entre otros. Por ejemplo:

"Clasifica a todos los compuestos químicos nombrados en el relato de referencia en: óxidos de metales, óxido de no metales, hidruros metálicos, hidruros de no metales, oxoácidos, hidrácidos, hidróxidos y sales"

"¿Qué otros tipos de sustancias pueden mencionarse que no estén formadas por este tipo de unidades?"

Se halló una pregunta de **orden cognitivo superior** ya que convoca al lector, además de la comprensión, el cambio de códigos para representar los distintos niveles de procesamiento químico.

"Representa en forma microscópica un ejemplo de cada uno de los siguientes sistemas: a) sustancia simple gaseosa; b) sustancia compuesta sólida; c) solución líquida formada por una sustancia simple y una compuesta, y d) solución de dos sustancias compuestas gaseosas."

En este capítulo tampoco se hallaron preguntas dedicadas a trabajar procesos de metacognición.

Cabe señalar que en el seno de los párrafos dedicados a desarrollar los temas de interés se encontraron preguntas destinadas a hacer más dialógico el discurso guiando al lector en la línea de razonamiento que se explicita. Ejemplos de ellos es:

"El agua y el azúcar son compuestos. ¿Qué sucede con el dihidrógeno y el dioxígeno? Por ejemplo, la sustancia dihidrógeno es, en condiciones ambientales un gas al que ninguna clase de tratamiento puede descomponer en sustancias más simples."

3.2 Discurso docente en clases

El transcrito analizado corresponde a una clase de química de 1:20 h de duración destinada a las carreras de Medicina y Licenciatura en Obstetricia. El grupo de clase estaba constituido por 34 alumnas de ambas carreras a cargo de un único docente tutor.

Como principal hallazgo es necesario mencionar que el discurso del docente incluyó más de 100 **preguntas retóricas**, tales como:

"Entonces, ¿qué voy a hacer? Voy a llenar la parte baja del recipiente, ¿por qué? porque el líquido adopta la forma del recipiente."

"¿Qué sucede cuando se forma un enlace iónico? Cuando se forma un enlace iónico…"

Además, se encontraron preguntas cortas (**preguntas de continuidad**), dedicadas a corroborar la atención de las estudiantes.

*"Hasta ahí más o menos **¿me siguen?"***

"En el caso de la molécula de agua, hay un enlace entre el oxígeno y un hidrógeno y hay otro enlace entre el oxígeno y el otro hidrógeno. ***¿Está?***

Por otra parte, para aquellas preguntas que buscan alguna acción por parte de las estudiantes se hallaron un total de 8 **preguntas sencillas**.

"¿Qué es la electricidad? ¿Alguien sabe qué es la electricidad?"

"¿Y el cobre que tipo de sustancia es?"

También se hallaron 4 **preguntas de comprensión** que buscan que las estudiantes comparen, predigan, expliquen, entre otras. En particular:

"¿Cuál les parece que es mejor de los dibujos como representación de moléculas de agua? ¿El primero o el segundo? ¿Cuál es mejor si representamos moléculas de agua?"

"¿Que se imaginan qué es la corriente? Si esto fuera el cable por dónde…"

Finalmente, no se hallaron preguntas de orden cognitivo superior ni preguntas metacognitivas.

4. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Las preguntas implementadas en los diferentes dispositivos de enseñanza (guía de actividades, libro de texto, y discurso docente) reflejan un predominio de preguntas de comprensión, con algunas preguntas sencillas, muy pocas de orden cognitivo superior, y ninguna pregunta abocada a procesos de metacognición.

Es importante destacar que en los tres casos analizados se mantiene coherencia en relación a las tareas demandadas a los estudiantes. En este sentido, la mayoría de las preguntas didácticas buscan que los estudiantes comparen, clasifiquen, ejemplifiquen, elaboren, expliquen, calculen, entre otros. De aquí surge una primera pregunta: ¿cuál es la relación entre la profundidad de los objetivos didácticos de las preguntas implementadas en un primer curso de química universitario y los objetivos de aprendizaje de la asignatura?

Por otro lado, sería interesante reflexionar acerca del rol que ocupan la gran cantidad de preguntas retóricas halladas en el discurso docente en clases. ¿Qué sucede con estos pasajes? ¿Ordenan el discurso y proponen cierta continuidad en el mismo? O más bien, cuando el docente plantea preguntas sin habilitar tiempos para que sus interlocutoras respondan, de alguna forma ¿obstaculiza ciertos intercambios que podrían habilitar la construcción de significados compartidos? En contraposición, este mismo estilo de preguntas en el seno de un texto expositivo podría proponerse como un recurso que intente acercar a un lector-estudiante.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento de los siguientes subsidios: CAI+D 2020 UNL PI50520190100017, PICT FONCyT -2021-I-A-00295 (2023-2027), PIP CONICET Nº 11220210100203CO (2022-2024).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez Cisternas, M. del C. (2020). Habilidades cognitivas y estrategia de interacción didáctica: una posibilidad a través de las preguntas formuladas en clases. *Mendive. Revista De Educación*, *18*(4), 857–867. https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/2004

Anijovich, R., & Mora, S. (2010). *Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula.* AIQUE Educación.

Grisales, L. M. (2012). La pregunta didáctica en la enseñanza universitaria: una síntesis para la comunicación y la comprensión del sentido de los saberes. *Praxis* , *8*(8), 118–137. http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/praxis/article/view/710

Grisales Franco, L. M., y González Agudelo, E. M. (2014). Distintas lecturas de la pregunta como mediación didáctica para la traducción de saberes en la educación superior o acerca de un estado en cuestión.

Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas), *19*(01), 251-266. https://doi.org/10.1590/S1414-40772014000100012

Morata Sebastián, R. y Rodriguez Sánchez, M. (1997). La interrogación como recurso didáctico. *Didáctica. Lengua y Literatura*, 9, 153–170. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=148716

Peralta Lara, D.C. y Guamán Gómez, V. J. (2020). Metodologías activas para la enseñanza y aprendizaje de los estudios sociales. *Revista Sociedad & Tecnología*, 3(2), 2-10. https://institutojubones.edu.ec/ojs/index.php/societec/article/view/62/414

Prados Gallardo, M. y Cubero Perez, R. (2005). Construcción del conocimiento y discurso educativo: una aproximación al estudio del discurso de profesores y alumnos en la Universidad. *Avances en Psicología Latinoamericana*, *23*, 141–153. http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/799/79902311/79902311.html

Sotos, M. (2001). Las preguntas en el aula: análisis de la interacción educativa. *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, *16*, 259–272. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2282648

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1YNoi4dbGmKn1k5cV5mrgime68VUGYmiK/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 4: Formación Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica – B4.21

Resumen y video

LA PARADOJA DE LA SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA UNIMOLECULAR DE CONTENIDOS EN QUÍMICA ORGÁNICA I

Elías López

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
eliaslopez567@gmail.com

Diego Colasurdo

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
colasurdo@gmail.com

Matías Pila

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
matias.pila89@gmail.com

Maricel Caputo

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
maricelcaputo2@gmail.com

Javier Carreras

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina
gjcarreras@gmail.com

Daniela Caichug Rivera

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina
danyrivera2010@live.com

Sergio Luis Laurella

Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina.
sllaurella@hotmail.com

Resumen

En el presente trabajo se busca realizar un análisis crítico sobre la forma de estructurar los contenidos en la asignatura Química Orgánica I. Si bien en los últimos años se introdujeron una serie de cambios que fueron ganando en popularidad a punto tal de ser modificaciones que fueron adoptadas por diversos libros de texto, creemos que este nuevo orden es aún perfectible, teniendo la posibilidad de terminar el dictado de la materia viendo reacciones de sustitución radicalaria y nucleofílica unimolecular, ya que son reacciones que, dados sus mecanismos, no pueden ser analizadas como ataques

ISBN 978-987-47159-9-9

nucleófilo- electrófilo. Si bien en la SN1 el segundo paso satisface esta lógica, no lo hace el paso lento y por tanto cinéticamente más relevante de la reacción.

Palabras clave: *Química Orgánica; aprendizaje significativo; sustitución; reestructuración; nucleófilo.*

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1VA2fxcTK5_eP10cLbTZC1m_nJX7XXRaQ/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EXPLORANDO QUIMICA Y EMOCIONES: VIVENCIAS DE ESTUDIANTES SECUNDARIOS EN UNA SALIDA EDUCATIVAS AL LABORATORIO

Silvia P. García

Departamento de Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de la Planta (FaHCE– UNLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina.
garciasilviapatricia@gmail.com

Valeria B. Arce

Departamento de Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de la Planta (FaHCE– UNLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina. Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), (CONICET La Plata - CIC - UNLP), 1897 Gonnet, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
arce.valeria@gmail.com

Resumen

En este trabajo se indagan las emociones que un grupo de estudiantes secundario de 5to año, orientación Ciencias Naturales, experimentan frente a una salida educativa al laboratorio de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Allí desarrollaron una actividad experimental que consistió en la preparación de una solución de hidróxido de sodio y posterior utilización en una titulación ácido- base, poniendo en práctica sus conocimientos adquiridos en el colegio, institución sin laboratorio experimental. El relevamiento mostró preponderancia de emociones positivas del grupo como entusiasmo, alegría, tranquilidad antes de la salida. Así también se valoró la voluntad o esfuerzo para el estudio que creían tener para la asignatura Fundamentos de Química encontrando un 82,6 % favorable. Otro resultado interesante fue analizar sus emociones durante el desarrollo de la asignatura donde la mayoría manifestó diversión y entusiasmo, aunque se expresaron algunas emociones negativas como ansiedad, nerviosismo, preocupación, pero ningún estudiante manifestó asco, miedo, o aburrimiento. Al finalizar la actividad en el laboratorio se amplío el abanico de emociones positivas frente a la pregunta de cómo se sintieron, obteniendo solo un 2 % de emociones negativas como nerviosismo y vergüenza. Tener en cuenta lo que a los y las estudiantes motiva y entusiasma en su aprendizaje provocará un mejor resultado académico y colaborará a su desarrollo integral.

Palabras clave: *emociones; laboratorio; Química; estudiantes secundarios; facultad.*

1. INTRODUCCIÓN

Las emociones juegan un papel fundamental y relevante en los procesos educativos. Las investigaciones de los especialistas han demostrado que las emociones pueden influir significativamente en la manera que los estudiantes aprenden.

Desde 1970 Paulo Freire en su libro *Pedagogía del Oprimido* ya ponía de manifiesto la importancia de las emociones, particularmente en el diálogo y la empatía entre educadores y estudiantes.

La pedagogía crítica no solo considera los aspectos técnicos del aprendizaje sino también la dimensión humana, emocional y política del educador y el educado. En la actualidad la psicología ha realizado grandes aportes para pensar la relación entre las emociones y el aprendizaje, así como los también especialistas educacionales realizaron conceptualizaciones al respecto de las emociones involucradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es así que el concepto de emoción ha sido abordado desde diferentes líneas de investigación y desde diferentes perspectivas, pero coincidiendo en que se trata de un proceso complejo en el que intervienen reacciones subjetivas (Dávila Acedo, 2017).

ISBN 978-987-47159-9-9

En este mismo sentido se acepta una forma de clasificar las emociones en dos grandes grupos según el impacto que causan en el aprendizaje: *Las Emociones positivas y las Emociones negativas* (Dávila Acedo y Sánchez Martín, (2021).

Haciendo una reducción conceptual de estas complejas teorizaciones se puede considerar a las emociones positivas como la motivación, la alegría y la curiosidad, estas emociones potencian la capacidad de aprendizaje, dispone a los y las estudiantes para una mejor retención de la información, posibilitando una mejor apropiación de los saberes, potenciando la creatividad y la resolución de problemas. Las emociones negativas como el estrés, la ansiedad y la frustración pueden actuar como obstáculos del aprendizaje. Un estado emocional negativo puede limitar la capacidad de concentración y memoria.

Uno de los aportes que involucran la enseñanza de la ciencia y la relación con las emociones lo realiza Garritz (2010) cuando se pregunta ¿cuáles son los paradigmas para la enseñanza de las ciencias en este siglo?, y dentro de los tópicos que plantea para poder abordar dicha pregunta está la ***afectividad***. En este sentido explicita el autor, "La enseñanza está altamente cargada de sentimientos. En particular, las reacciones afectivas que existen detrás de los practicantes de la enseñanza de la ciencia logran la identificación de los profesores con su profesión".

Las emociones de los profesores también influyen en el clima de aula, y es difícil discernir en qué momento las emociones positivas se apoderan de los involucrados en el proceso educativo para potenciar un determinado contenido. No se puede precisar si es el contenido provocador de emociones positivas o las relaciones afectivas entre los involucrados directos, docentes y estudiantes, que generan las emociones positivas y exaltan el contenido, lo transforman en relevante y significativo. Y también se podría agregar como involucrados en el proceso a todos los que participan en esa sociedad llamada escuela (Garritz, 2009)

Algunas investigaciones que van adquiriendo gran importancia ya se orientan y particularizan en el dominio de lo afectivo y la enseñanza de las ciencias (Mellado et al., 2014; Bellochi et al., 2013) ponen en evidencia que las emociones son un componente esencial del proceso educativo, y un enfoque que las contemple puede mejorar tanto los resultados académicos como el desarrollo personal de los y las estudiantes.

En este mismo sentido se lleva adelante un proyecto internacional del cual participan de manera colaborativa aproximadamente 40 países, el proyecto *The Relevance of Science Education* (ROSE). En su programa se abordan las dimensiones afectivas acerca de cómo los jóvenes estudiantes de la escuela secundaria se relacionan con la ciencia y la tecnología.

El proyecto Rose -2020 se desarrolló en Noruega, en la Universidad de Oslo, por Svein Sjøberg y Camilla Schreiner, y fue su precedente el proyecto *The Relevance Of Sience Education* ROSE-2002. Ambos tienen en esencia la recolección de datos que permitan realizar cambios didácticos basados en la evidencia y con centralidad en los y las estudiantes secundarios. (Blanch-Ricart y otros, 2022).

Se instrumentó el proyecto en idioma castellano en las Islas Baleares y en España. En América Latina solo en dos ciudades de Brasil y a partir de 2019 la Universidad Nacional de Hurlinghan tomó los cuestionarios estandarizados a jóvenes de colegios secundarios de dicha ciudad. Así y de acuerdo con los procederes metodológicos establecidos Argentina quedó incorporada en la lista de países participantes (Petrucci y Pedrosa, 2019).

La réplica del cuestionario ROSE desde Hurlinghan pretende conocer percepciones, opiniones, creencias, actitudes, valores, intereses que intervienen en las decisiones y planes para el futuro de los y las jóvenes estudiantes con respecto a la ciencia y la tecnología.

Reconocer las emociones y la manera en que influyen en los procesos educativos, en particular en la educación escolar científica, ya no se pueden dejar de reconocer al momento de pensar en una transformación educativa o curricular, o simplemente, para una propuesta didáctica de aula.

2. RELATO DE LA EXPERIENCIA

La docente de la asignatura "Fundamentos de la Química" propuso a los directivos del colegio realizar una salida educativa con los alumnos de 5° año, lo que requirió de la coordinación entre el Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación y el Colegio Nuestra Sra.

ISBN 978-987-47159-9-9

de la Merced de la localidad de Ensenada. El colegio posee la orientación Ciencias Naturales, pero carece de un Laboratorio para realizar trabajos experimentales, esta característica motivó a la docente de la materia a realizar la propuesta de la salida educativa.

Las docentes responsables de la Cátedra estuvieron a cargo de la presentación del tema de las explicaciones generales y organización de los estudiantes en equipos de trabajo. Los estudiantes secundarios se organizaron en pequeños grupos en el laboratorio y estuvieron acompañados por estudiantes avanzados de los Profesorados de Química y Ciencias Biológicas. Los estudiantes de los Profesorados colaboraron en el desarrollo de las actividades, orientando en la realización de cálculos y asistiendo en la manipulación del material volumétrico.

La actividad propuesta estuvo centrada en la titulación ácido-base, particularmente en determinación de ácido acético en un vinagre comercial utilizando una solución de NaOH 0,1M. Antes de realizar la experiencia se realizaron las explicaciones correspondientes a la preparación de la solución titulante, la dilución de la muestra y la importancia de este pretratamiento, a posteriori se realizó la descripción del procedimiento de titulación en presencia de fenolftaleína. Luego, los estudiantes de cada equipo de trabajo realizaron la titulación del ácido acético en el vinagre comercial. A partir de la información experimental se realizaron los cálculos pertinentes para determinar la concentración de ácido presente en la muestra en estudio. Los resultados obtenidos por los diferentes grupos fueron compartidos en la pizarra, lo que permitió evidenciar la dispersión de los mismos y propició un espacio de debate y reflexión.

En esta investigación se pretende conocer las emociones que experimentan los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria en la asignatura “Fundamentos de la Química”. Además, se desea identificar las emociones que experimentan los estudiantes frente a una salida educativa realizada en la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.

3. METODOLOGÍA

Los participantes fueron alumnos de 5° año de secundaria del Colegio Nuestra Sra. de la Merced de Ensenada con modalidad educativa con orientación en Ciencias Biológicas, las edades de los alumnos oscilan entre los 17 y 18 años.

El instrumento utilizado para recoger los datos fue un cuestionario de elaboración propia. Para el estudio se utilizaron dos cuestionarios, uno previo a la salida educativa y otro posterior a la misma. A continuación se presenta el cuestionario inicial, en el mismo se incorporaron preguntas referidas a la asignatura “Fundamentos de Química”, que se encuentran cursando al momento de la actividad extraescolar, además se presentaron preguntas relativas a la visita a la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (UNLP), incluyendo una pregunta relativa a su expectativa respecto de la salida educativa.

Se solicitó la colaboración de los docentes del curso para hacer llegar los cuestionarios a los estudiantes, quienes debieron completar el cuestionario de forma individual. Previamente se comunicó a los alumnos que el cuestionario tendría carácter anónimo y se mencionó la importancia de responder con sinceridad.

A continuación, se enuncian las emociones positivas y negativas que se utilizaron para la realización del presente estudio (Dávila-Acedo, 2017).

Positivas: Admiración, Alegría, Confianza, Diversión, Entusiasmo, Felicidad, Satisfacción, Sorpresa, tranquilidad.

Negativas: Vergüenza, Aburrimiento, Ansiedad, Asco, Enfado, Miedo, Preocupación, Tristeza. Nerviosismo

Seguidamente, se presentan los cuestionarios realizados a los estudiantes donde se proponen preguntas orientadas a conocer las emociones percibidas por los mismos en diferentes situaciones, como las actividades escolares y extraescolares, particularmente relacionadas con la visita a la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (UNLP).

Cuestionario realizado antes de la visita a la FaHCE: Visita a la Facultad de Humanidades. Inicial.

1- Respecto de la asignatura Fundamentos de Química ¿Cómo valorarías tu esfuerzo o voluntad ante el estudio?

ISBN 978-987-47159-9-9

Señala con una "X" la opción sabiendo que: 0 = Mínimo y 5 = Máximo

2- Respecto de la asignatura Fundamentos de Química ¿Cuáles de las siguientes emociones sentís o experimentas durante la materia?
Señala con una "X" las opciones que consideres oportunas: Alegría, Preocupación, Confianza, Vergüenza, Ansiedad, Felicidad, Miedo, Admiración, Tranquilidad, Asco, Satisfacción, Tristeza, Entusiasmo, Enfado, Sorpresa, Aburrimiento, Diversión, Nerviosismo

3- ¿Cuáles de las siguientes emociones sentís antes de la visita a la Facultad de Humanidades?
Señala con una "X" las opciones que consideres oportunas: Alegría, Preocupación, Confianza, Vergüenza, Ansiedad, Felicidad, Miedo, Admiración, Tranquilidad, Asco, Satisfacción, Tristeza, Entusiasmo, Enfado, Sorpresa, Aburrimiento, Diversión, Nerviosismo

4- Contanos qué esperás o te imaginás de la visita a la Facultad de Humanidades.

Cuestionario realizado luego de la actividad en el Laboratorio de la FaHCE: Visita a la Facultad de Humanidades. Final.

1- *¿Cuáles de las siguientes emociones sentís después de la visita a la Facultad de Humanidades?*
Señala con una "X" las opciones que consideres oportunas:
Alegría, Preocupación, Confianza, Vergüenza, Ansiedad, Felicidad, Miedo, Admiración, Tranquilidad, Asco, Satisfacción, Tristeza, Entusiasmo, Enfado, Sorpresa, Aburrimiento, Diversión, Nerviosismo

2- Contanos qué te pareció la visita a la Facultad de Humanidades

4. RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos respecto de las preguntas referidas a la asignatura "Fundamentos de Química", que se encuentran realizando. En la primera pregunta te solicitó a los estudiantes que valoraran su esfuerzo o voluntad ante el estudio de la asignatura dentro de un rango de 0 (mínimo) a 5 (máximo). En la FIGURA 1 presentan las respuestas a la pregunta antes mencionada.

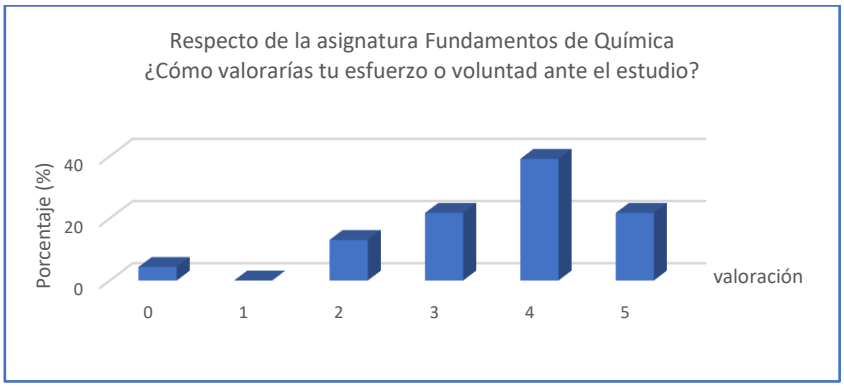


FIGURA 1. *Valoración del esfuerzo o voluntad ante el estudio ante la asignatura "Fundamentos de Química". Rango de 0 (mínimo) a 5 (máximo). Elaboración propia.*

Teniendo en cuenta las valoraciones realizadas por los estudiantes respecto a la voluntad de estudiar la asignatura, se observa que la una tendencia positiva ya que el 82,6% de los estudiantes ha optado por valoraciones superiores a 3 puntos, donde el rango propuesto ha sido entre 0 (mínimo) y 5 (máximo). Se destaca que los estudiantes han seleccionado la valoración de 4 puntos en un 39,1%.

La FIGURA 2 muestra el porcentaje de las emociones de estudio experimentadas por los estudiantes del colegio secundario al realizar la siguiente pregunta: Respecto de la asignatura Fundamentos de Química ¿Cuáles de las siguientes emociones sentís o experimentas durante la materia?

ISBN 978-987-47159-9-9

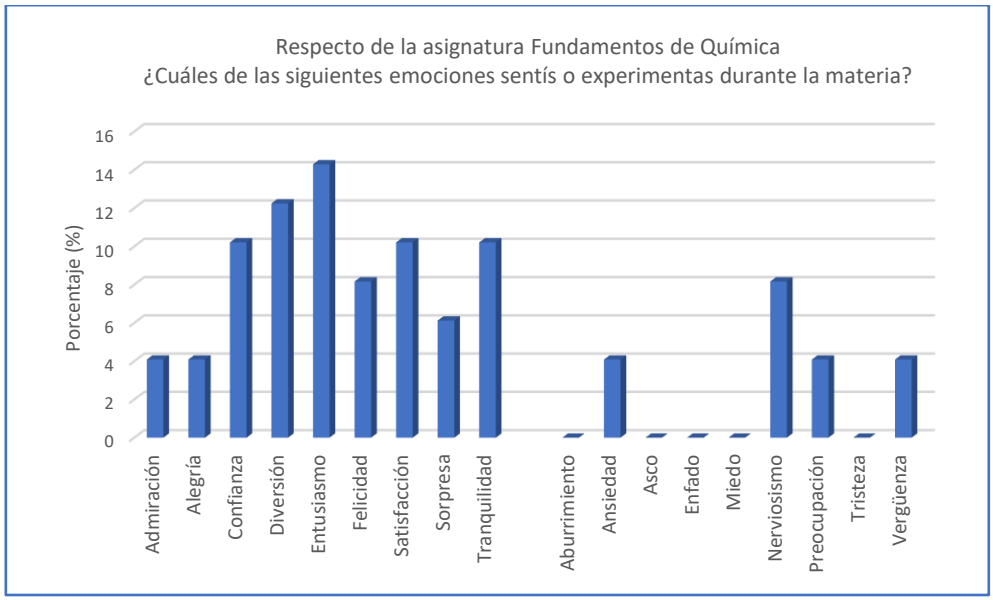


FIGURA 2. *Porcentaje de las emociones de estudio experimentadas por los estudiantes del colegio secundario respecto de la asignatura "Fundamentos de Química". Elaboración propia.*

Como puede observarse, los estudiantes manifiestan experimentar mayoritariamente las emociones positivas, como entusiasmo (14,3%) y diversión (12,2%), seguidas de confianza, satisfacción y tranquilidad con un 10,2%, cada una. Por otro lado, los alumnos han expresado experimentar algunas emociones negativas, donde se destaca el nerviosismo (8,2%) seguida por la ansiedad, la preocupación y la vergüenza, todas con un 4,1 %. Las emociones negativas aburrimiento, asco, miedo, enfado, tristeza no han sido seleccionadas por ningún estudiante.

Como se mencionó anteriormente en el cuestionario previo se incluyeron preguntas relacionadas con la salida educativa (preguntas 3 y 4). Para el análisis de las emociones y percepción de los estudiantes respecto a la actividad propuesta las mismas fueron tomadas como pretest. La FIGURA 3 muestra el porcentaje de las emociones de estudio experimentadas por los estudiantes del colegio secundario previamente a la realización de la visita a la FaCHE (pregunta 3).

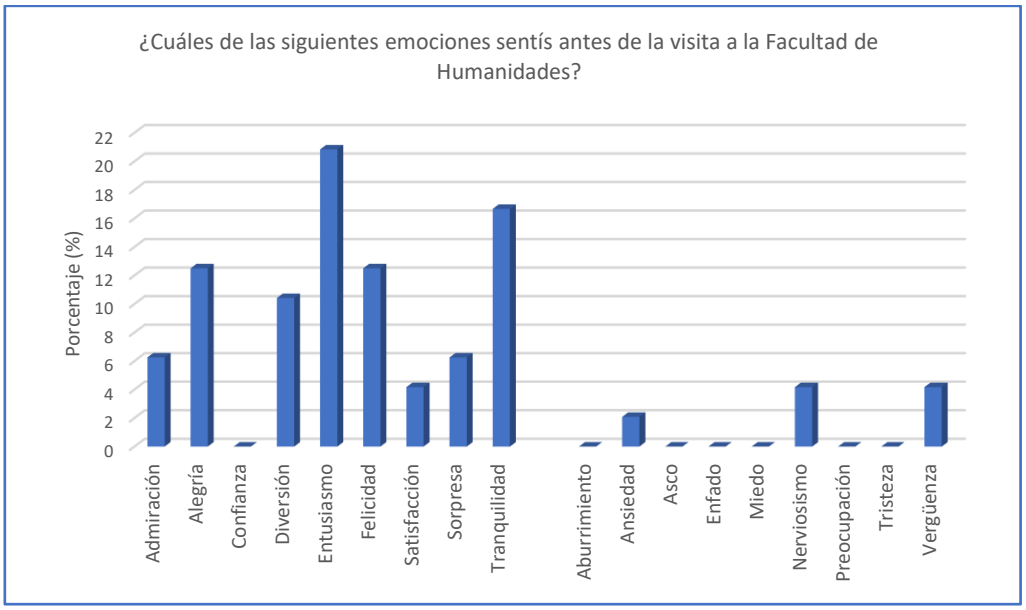


FIGURA 3. *Porcentaje de las emociones de estudio experimentadas por los estudiantes del colegio secundario en respuesta a la pregunta: ¿Cuáles de las siguientes emociones sentís antes de la visita a la Facultad de Humanidades? Elaboración propia.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Se observa que los estudiantes seleccionan mayoritariamente las emociones positivas donde se destaca entusiasmo con un 20,8%, seguida de tranquilidad con un 16, 7%. También se presentan dentro de las mayormente seleccionadas la alegría y la felicidad con un 12,5% y la diversión con un 10,4%. Por otro lado, es notorio que los estudiantes no han experimentado significativamente emociones negativas, ya que han seleccionado sólo tres de las mismas, con un mínimo porcentaje nerviosismo y vergüenza, ambas con un 4,2% y ansiedad con un 2,1%. Se debe destacar que las otras emociones negativas no han sido seleccionadas por los estudiantes.

Además, los estudiantes expresaron sus expectativas respecto a la visita a la Facultad de Humanidades (pregunta 4). En la TABLA I se muestran algunas de las respuestas de los estudiantes.

TABLA I. *Respuestas de los estudiantes a la pregunta 4 del cuestionario inicial*

Contanos qué esperás o te imaginás de la visita a la Facultad de Humanidades
Espero a poder usar el laboratorio
Un mundo distinto a lo que es el colegio
Divertirme
Espero algo divertido
Espero poder aprender y entretenerme
Espero que podamos poner en práctica lo visto en clase. Sacarlo del papel para llevarlo al laboratorio

Como se mencionó anteriormente se realizó un cuestionario luego de la actividad extraescolar, en el mismo se presentaron preguntas para conocer las emociones y percepción de los estudiantes respecto a la visita realizada, las mismas fueron tomadas como postest. La FIGURA 4 muestra el porcentaje de las emociones de estudio experimentadas por los estudiantes del colegio secundario posteriormente a la realización de la visita a la FaCHE (pregunta 1).

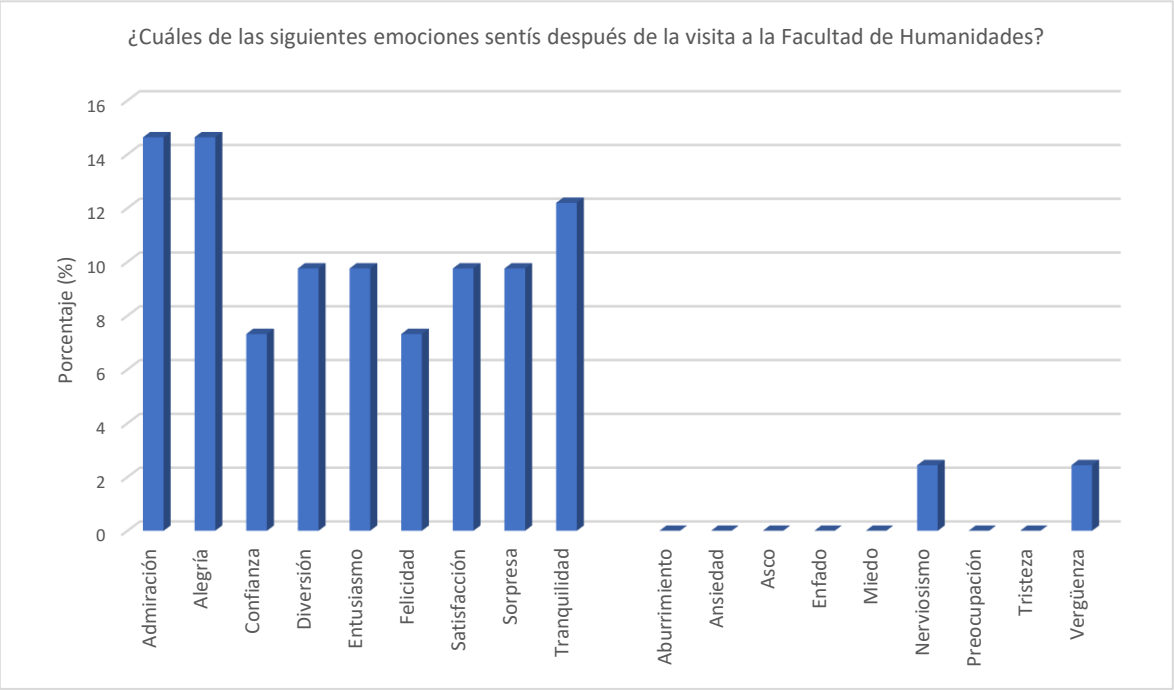


FIGURA 4. *Porcentaje de las emociones de estudio experimentadas por los estudiantes del colegio secundario en respuesta a la pregunta: ¿Cuáles de las siguientes emociones sentís después de la visita a la Facultad de Humanidades? Elaboración propia.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Los resultados muestran que luego de la *visita* a la Facultad de Humanidades los estudiantes han seleccionado en gran medida las emociones positivas, la admiración y la alegría con un 14,6% seguida de la tranquilidad con un 12,2%. Se observa que son seleccionadas en la misma medida las emociones diversión, entusiasmo, satisfacción y sorpresa (9,8%). Respecto a las emociones negativas, han sido seleccionadas con un mínimo porcentaje nerviosismo y vergüenza, ambas con un 2,4%.

Del análisis de las emociones de estudio experimentadas por los estudiantes del colegio secundario respecto de la asignatura "Fundamentos de Química" se observa que los estudiantes han seleccionado mayoritariamente las emociones positivas respecto de las negativas. Se encuentra el mismo comportamiento frente a las emociones experimentadas por los estudiantes antes y después de la visita a la FaHCE. En la TABLA II se comparan en conjunto las emociones positivas y negativas seleccionadas por los estudiantes en las diferentes actividades citadas anteriormente: respecto a las actividades escolares, previas y posteriores a la visita a la FaHCE.

TABLA II. *Comparación en conjunto las emociones positivas y negativas seleccionadas por los estudiantes en las diferentes actividades*

	Actividades escolares	*Previas a la visita a la FaHCE*	*Posteriores a la visita a la FaHCE*
Emociones positivas	79,6 %	89,6 %	95,1 %
Emociones negativas	20,4 %	10,4 %	4,9 %

En cada uno de los casos se observa que las emociones positivas superan ampliamente a las emociones negativas. Además, las emociones positivas que expresan los estudiantes son significativamente mayores luego de la salida educativa respecto de sus emociones en el colegio, antes de realizar la misma.

Al comparar las FIGURAS 3 y 4 se observa un cambio en el perfil de las emociones expresadas por los estudiantes, puntualizando sobre algunas de las emociones positivas se encuentra mayor porcentaje luego de la visita a la FaHCE (TABLA III).

TABLA III. *Comparación de algunas emociones positivas seleccionadas por los estudiantes antes y después de la visita educativa*

Emociones	*Previas a la visita a la FaHCE*	*Posteriores a la visita a la FaHCE*
Admiración	6,3 %	14,6 %
Alegría	12,5 %	14,6 %
Confianza	0,0 %	7,3 %
Satisfacción	4,2 %	9,8 %
Sorpresa	6,3 %	9,8 %

En el caso de las emociones negativas se observa que el porcentaje de selección de las mismas es menor luego de la visita a la Facultad (TABLA IV).

TABLA IV. *Comparación de algunas emociones negativas seleccionadas por los estudiantes antes y después de la visita educativa*

Emociones	*Previas a la visita a la FaHCE*	*Posteriores a la visita a la FaHCE*
Ansiedad	2,1 %	0,0 %
Nerviosismo	4,2 %	2,4 %
Preocupación	0,0 %	0,0 %
Vergüenza	4,2 %	2,4 %

Complementariamente los estudiantes expresaron su percepción respecto a la visita educativa. En la TABLA V se muestran algunas de las respuestas de los estudiantes.

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA V. *Respuestas de los estudiantes a la pregunta 2 del cuestionario final*

Contanos qué te pareció la visita a la Facultad de Humanidades
Muy bueno, hicimos experimentos y a la vez hicimos ejercicios. Fue interesante.
La visita estuvo buena, muy interesante, en especial el laboratorio y los centros de estudiantes
es algo que nada que ver al colegio
muy buena
Me gustó aprender cómo funciona una universidad
Fue super emocionante
una linda experiencia

5. CONCLUSIONES

En las TABLAS I y V se recuperaron las voces de los estudiantes, en la primera puede verse una gran expectativa y entusiasmo por las actividades a desarrollar. Por otro lado, en la TABLA V se trasluce la satisfacción de los estudiantes luego de la visita educativa, lo que muestra que las emociones es un factor importante en el desarrollo de este encuentro educativo en particular. La capacidad para reconocer, regular y expresar emociones positivas de manera adecuada no solo potencia el aprendizaje de los contenidos involucrados en la actividad de laboratorio, sino que también fomenta un entorno de enseñanza más inclusivo y motivador. Es de fundamental importancia que los y las docentes como así también las instituciones educativas reconozcan el rol central de las emociones y puedan adoptar estrategias que promuevan el bienestar emocional como un soporte clave en el éxito educativo. Si se lograra integrar o reconocer la importancia de las emociones en los Currículos se puede mejorar la motivación, el rendimiento académico, la convivencia escolar, permitiendo a los y las estudiantes enfrentar retos cognitivos y personales con mayor resiliencia.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Colegio Nuestra Sra. de la Merced – Obra de Don Bosco de la localidad de Ensenada por la hacer posible la visita educativa a la FaHCE y al Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la FaHCE por brindar el espacio para la realización de la actividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanch-Ricart, C., Albás Bollit, M., Almajano Pablos, M. P., & Manassero Mas, M. A. (2022). Ciencia y tecnología: interés y actitud de las y los adolescentes a partir de los datos del proyecto ROSES. *Cuestiones de Género: de la igualdad y la diferencia*, (17), 32–50. https://doi.org/10.18002/cg.i17.7247

Bellocchi, A., Ritchie, S. M., Tobin, K., Sandhu, M., & Sandhu, S. (2013). Exploring emotional climate in preservice science teacher education. Cultural Studies of Science Education, 8(3), 529-552. doi: 10.1007/s11422-013-9526-3

Dávila-Acedo, MA, (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumno de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (3), 570-586. http://hdl.handle.net/10498/19508

Dávila Acedo, M. A., & Sánchez Martín, J. (2021). ¿Influyen las emociones en la percepción de la capacidad para aprender contenidos de Física y Química? El caso de alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. *Educación Química*, 32(4), 169-179. http://dx.doi.org/10.22201/ fq.18708404e.2021.5.77225.

Freire, Paulo. (1985): Pedagogía del oprimido. Montevideo, Tierra Nueva. México, Siglo XXI Editores.

Garritz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de las ciencias. *Educación Química, 20,* 212- 219. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000500002

Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las Ciencias, 28*(3), 315-326. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v28n3/02124521v28n3p315.pdf

Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(3), 11-36 https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article_/view/v32-n3-mellado-borrachero-brigido-melo-etal

Petrucci, D., Pedrosa, J. (2019).Primeros pasos de un estudio sobre la relevancia de la educación en ciencias en Hurlingham. *Revista De Enseñanza De La Física*, *31*, 597-604. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26628

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1UauMe5KO6u3WJQAxYpiEfrr2ZLx5dcey/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 4: Formación Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica – B4.23

Resumen y video

PERSPECTIVAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LOS DISEÑOS CURRICULARES DE ESPACIOS CURRICULARES CON CONTENIDOS DE QUÍMICA DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA BÁSICA: LOS CASOS DE LAS PROVINCIAS DE BUENOS AIRES, ENTRE RÍOS Y NEUQUÉN

Lara Adamow Giunta

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
lariadamowgiunta@gmail.com

Silvina Cordero

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata (FaHCE– UNLP), Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (IdIHCS), Grupo de Didáctica de las Ciencias, (GDC-IFLYSIB-UNLP) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (UNLP-CONICET), La Plata, Buenos Aires, Argentina.
silvina.cordero.protto@gmail.com

Esteban Raúl Ithuralde

Grupo de Didáctica de las Ciencias, Universidad Nacional de La Plata (GDC-IFLYSIB-UNLP), Comisión de Carrera de los Profesorados de Enseñanza Media y Superior (CCPEMS) e Instituto de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (FCEN – UBA). Instituto de Estudios para el Desarrollo Social-Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales y de la Salud y Escuela para la Innovación Educativa, Universidad Nacional de Santiago del Estero (FHCSS UNSE), Santiago del Estero, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.
ithu19@gmail.com

Resumen

Se analizaron los diseños curriculares de la Educación Secundaria Básica buscando identificar y caracterizar las perspectivas en Educación Ambiental de tres jurisdicciones: Buenos Aires, Entre Ríos y Neuquén. Estas provincias fueron seleccionadas por tener diferentes tipos de diseños curriculares. Se observaron semejanzas en el abordaje de los marcos generales: las tres corresponden a una perspectiva crítica de la enseñanza de la Educación Ambiental. Pero luego, al analizar en particular los diseños de los espacios curriculares de enseñanza en Química, se observó que esta perspectiva se diluye, reapareciendo la mirada científica. Neuquén pareciera ser la que más se acerca a una mirada crítica, teniendo una perspectiva holística, pero aún allí aparece la perspectiva científica. Otra diferencia de Neuquén es que directamente no divide su diseño curricular por disciplinas, sino que aborda a las Ciencias Naturales como un área, incluyendo Química, Física, Biología; y también, aunque dejándolas por fuera del análisis, Astronomía y Geología.

Palabras clave: *enseñanza de la Química y temas transversales; perspectivas de Educación Ambiental; diseño curricular; nivel medio; ciclo básico.*

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/19L6mOZpZejKuZBROP0N2xyLN1B8ln9kT/view

ISBN 978-987-47159-9-9

FORMACIÓN TEÓRICO-EXPERIMENTAL EN LA *TESIS DE LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS*: DETERMINACIÓN DE ENTALPÍA DE SORCIÓN DE AGUA EN HÍBRIDOS DE MAÍZ DURO COLORADO A PARTIR DE DATOS PROPIOS DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO

Camila del Rio

Alumna avanzada Tesista de la carrera de Licenciatura en Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ingeniería (FIO) – Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Olavarría, Buenos Aires-Argentina.
camanglin@gmail.com

Carlos A. Sologubik

Facultad de Ingeniería (FIO) – Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Olavarría, Buenos Aires-Argentina.
sologubik@gmail.com

Ana María Pagano

Facultad de Ingeniería (FIO) – Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Olavarría, Buenos Aires-Argentina.
anamariapagno@gmail.com

Resumen

La entalpía de sorción de agua es una propiedad importante para estimar el requerimiento energético para secar materiales biológicos, conceptos que se imparten en la materia *Bioquímica de los Alimentos* de la *Licenciatura en Tecnología de los Alimentos* (UNICEN Ord.CS 3002/03) y que se aplican -en este caso- en el desarrollo de la *Tesis de Licenciatura* entrenando a la estudiante en investigación, planeamiento experimental, aplicación de técnicas, análisis de datos y modelado, con el objetivo particular de estimar la entalpía de sorción de humedad (Qst) de nuevos híbridos de maíz colorado duro (K190VT3P, DK72-10) producidos en Argentina. Sobre la base del estudio sorcional de humedad equilibrio (Me) de los granos en función de la actividad acuosa (a_w, rango 0,1-0,8) y la temperatura (T, rango 25-60 °C), desarrollado por la Tesista bajo supervisión de sus tutores docentes-investigadores, este trabajo muestra cómo se forma a la estudiante en la práctica de estimación del calor isostérico de sorción de humedad (Qst) de los híbridos. Los datos experimentales de equilibro Me-a_w se ajustan con el modelo de GAB, a partir del cual se estima Qst mediante la aplicación de la ecuación de Claussius-Clapeyron, resultando entre 1,36 y 10,72 kJ/mol en el rango de estudio.

Palabras clave: *formación disciplinar de grado; licenciatura en tecnología de alimentos; integración de conocimientos e investigación colaborativa; modelos de equilibrio y entalpía de sorción; híbridos de maíz.*

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se describe una experiencia de formación académica desarrollada en el marco de la carrera de *Licenciatura en Tecnología de Alimentos* (*LTA*) mención *Industrialización de Alimentos de Origen Vegetal* que tiene una duración de 8 cuatrimestres y se encuentra adscripta al Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería UNICEN (Ord.CS 3002/03). El título de Licenciado acredita sólida formación científico-tecnológica para desempeñarse en plantas de industrialización de alimentos.

Como etapa final de la carrera, en el último semestre se desarrolla la *Tesis de Licenciatura* sobre un tema de interés del estudiante guiado por tutores designados institucionalmente, actividad integradora que

ISBN 978-987-47159-9-9

entrena al Tesista en investigación, planeamiento del trabajo experimental, puesta a punto de técnicas, recopilación y análisis de datos, modelado computacional.

En la carrera *LTA* pueden diferenciarse espacios de formación disciplinar básica (materias como Química General e Inorgánica, Química Orgánica y Biológica, Principios de Estadística, Microbiología General, Bioquímica de los Alimentos) y de formación disciplinar tecnológica (Operaciones Básicas de la Industria de Alimentos, Procesamiento de Alimentos, Tecnología de los Productos de Origen Vegetal, Análisis y Control de los Alimentos, entre otras), culminando la formación profesional con el requisito curricular obligatorio de desarrollo de *Tesis de Licenciatura* que tiene por objetivo agudizar la capacidad de análisis crítico del alumno, expandir su creatividad y espíritu innovador, con el fin de integrar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera e incentivar su desempeño como futuro profesional. En las primeras etapas de la carrera el estudiante incorpora fundamentos, conceptos, teorías, técnicas; en el trayecto formativo final de desarrollo de *Tesis de Licenciatura*, aquellos conocimientos se llevan a la práctica para resolver una problemática de interés, como es el caso del estudio del equilibrio higroscópico de nuevos híbridos de maíz colorado duro producidos en Argentina y la estimación de su entalpía de sorción (Qst), propósito de este proyecto.

Los cereales constituyen la base de la pirámide alimentaria de humanos y animales. En Argentina el cereal más producido es el maíz (8,9 millones ha sembradas con una producción de 36 millones tn en la última cosecha). El maíz *Flint* argentino es muy valorado por la industria de molienda seca por su dureza, peso específico, dimensiones, retención de agua, entre otros aspectos. En las operaciones de poscosecha, el conocimiento de las propiedades de equilibrio de sorción de los granos y su relación con la actividad acuosa y la temperatura resulta indispensable para conservar su calidad.

La isoterma de sorción de agua relaciona el contenido de humedad de equilibrio con la actividad de agua en el producto a una temperatura constante, en un intervalo dado de humedad o actividad acuosa. Su modelado tiene importantes implicancias en el análisis y diseño de procesos y tecnologías de alimentos, tales como el secado y el almacenamiento, ya que permite determinar las condiciones óptimas para su conservación, predecir su vida útil y seleccionar las condiciones adecuadas para su conservación (Talens Oliag, 2017).

En este trabajo desarrollado en el marco del Proyecto de *Tesis de Licenciatura en Tecnología de Alimentos* (UNICEN OrdCS 3002/03), se entrena a la alumna en cuanto a investigación, planeamiento del trabajo experimental, puesta a punto de técnicas, recopilación y análisis de datos, y modelado computacional con la finalidad particular de estimar la entalpía de sorción de humedad (Qst) de nuevos híbridos de maíz colorado duro producidos en Argentina.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Muestra

Como primera etapa del *Proyecto de Tesis LTA*, la alumna –guiada por sus tutores- llevó a cabo la caracterización de las muestras de estudio: granos de maíz tipo duro colorado (*Zea mays* L.) de los híbridos DK190VT3P y DK72-10 producidos en el semillero de la Compañía Monsanto Argentina SRL (Pergamino, provincia de Buenos Aires, Argentina) (**FIGURA 1a-b**). Las semillas se almacenaron en envases plásticos cerrados herméticamente bajo refrigeración en heladera (2-4 °C) hasta la realización de los ensayos.



(a) Híbrido DK190VT3P **(b)** Híbrido DK72-10

FIGURA 1. *Muestras de granos de híbridos de maíz duro colorado.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Se determinaron las propiedades físicas de los granos por triplicado (Gely y Pagano, 2012): peso hectolítrico (PH) (balanza de peso hectolítrico), densidad real (Dr) (picnometría líquida con xileno en picnómetro tipo Beckman), volumen del grano (Vg) (volumen de xileno desplazado en la determinación de Dr) y peso de mil granos (P1000) (peso de 40 semillas extrapolado a 1000).

2.2. Modelo de equilibrio de sorción de agua.

En la siguiente etapa formativa, la Tesista llevó a la práctica el estudio experimental del equilibrio de sorción de humedad de los híbridos, aplicando el método estático gravimétrico. Se usaron diferentes soluciones salinas saturadas (LiCl, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, K_2CO_3, NaBr, $NaNO_2$, $NaNO_3$, NaCl, $(NH_4)_2SO_4$) que proveen actividades acuosas en el rango 0,0957≤ a_w ≤0,8099. Las soluciones saturadas se llevaron a higróstatos con canastas suspendidas en las cuales se colocaron las muestras de los híbridos de maíz DK190VT3P y DK72-10 en cada envase (**FIGURA 2**).



FIGURA 2. *Higróstatos con soluciones salinas concentradas (construidos por la Tesista) ubicados en estufa de cultivo a temperatura constante para el estudio del equilibrio de sorción de humedad de los híbridos de maíz duro colorado.*

Las experiencias se llevaron a cabo a temperaturas (T) de 25, 35, 45 y 60 °C por duplicado, realizando el seguimiento de las masas de las muestras y de su contenido de humedad durante del proceso hasta alcanzar la humedad de equilibrio higroscópico (Me). Para describir termodinámicamente el fenómeno de la adsorción-desorción de agua en materiales higroscópicos, existen muchos modelos que relacionan la humedad de equilibrio (Me) con la actividad acuosa (a_w) y la temperatura (T) (Badui Dergal, 2006). En un primer análisis, bajo la supervisión de los tutores, la Tesista llevó a cabo el análisis estadístico de los datos de equilibrio obtenidos mediante el software *Infostat* (utilizado en la asignatura *Principios de Estadística*) a fin de determinar los factores con efecto significativo sobre la variable de respuesta M_e. Luego los datos experimentales se modelaron mediante análisis de regresión no lineal aplicando la ecuación de Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) (**ECUACIÓN 1**):

$$M_e = \left[\frac{A\,B\,C\,a_w}{(1-B\,a_w)\,(1-B\,a_w+B\,C\,a_w)}\right] \quad \textbf{(1)}$$

donde A, B y C son las constantes del modelo de GAB a cada temperatura, de las cuales A representa la humedad adsorbida en la monocapa molecular.

2.3. Determinación de la entalpía de sorción de humedad de los granos de maíz

La entalpía de la sorción (concepto que se imparte en la asignatura *de Bioquímica de los Alimentos* de la carrera *LTA*) se define como la diferencia entre el calor total de sorción del agua del material y el calor de vaporización del agua pura (McLaughlin y Magee, 1998). Existen varios métodos para determinar esta propiedad. En este trabajo, la Tesista –guiada por sus tutores- utilizó la ecuación de Claussius-Clapeyron (**ECUACIÓN 2**) para calcular la entalpía neta o calor isostérico neto de la sorción del agua (Qst, kJ/mol) en los granos de los híbridos de maíz duro colorado (Bell y Labuza, 2000):

$$Q_{st} = \frac{R\,T_1\,T_2}{T_2 - T_1} \ln\left(\frac{a_{w1}}{a_{w2}}\right) \quad \textbf{(2)}$$

ISBN 978-987-47159-9-9

donde R es la constante universal de los gases (8,314×10^3 kJ/(mol-K)); a_{w2} y a_{w1} son los valores de la actividad del agua a las temperaturas T_2 y T_1, respectivamente. Los valores a_w a diversos niveles de humedad se calcularon utilizando el modelo de GAB.

3. RESULTADOS

Los resultados de las propiedades determinadas por la Tesista para los híbridos de maíz duro colorado se presentan en la **TABLA I** como valores medios con sus desvíos y error experimental.

TABLA I. *Propiedades físicas de los granos híbridos de maíz duro colorado DK190VT3P y DK72-10.*

Propiedad		***DK190VT3P***	***DK72-10***
Peso hectolítrico, PH	Promedio (kg/hL)	80	82
	Desvío estándar (kg/hL)	0,1	0,1
	Error experimental (%)	0,1	0,1
Densidad real, D_r	Promedio (kg/m^3)	1272	1350
	Desvío estándar (kg/m^3)	18	23
	Error experimental (%)	0,1	0,1
Volumen del grano, V_g	Promedio (mm^3)	199	286
	Desvío estándar (mm^3)	18	23
	Error experimental (%)	0,1	0,1
Peso de 1000 granos, P1000	Promedio (g)	193	301
	Desvío estándar (g)	5	5
	Error experimental (%)	3	2

Las isotermas de adsorción y desorción de agua en los granos de maíz duro colorado DK190VT3P y DK72-10 obtenidas experimentalmente por la alumna se muestran en la **FIGURA 3**. El análisis de la varianza de los datos experimentales evidenció que la humedad de equilibrio de los granos (Me) tiene influencia significativa ($p<0,05$) tanto de a_w como de T, pero no se observaron diferencias significativas entre los valores de Me de los híbridos, aun siendo diferentes sus propiedades físicas (PH, Dr, Vg, P1000).

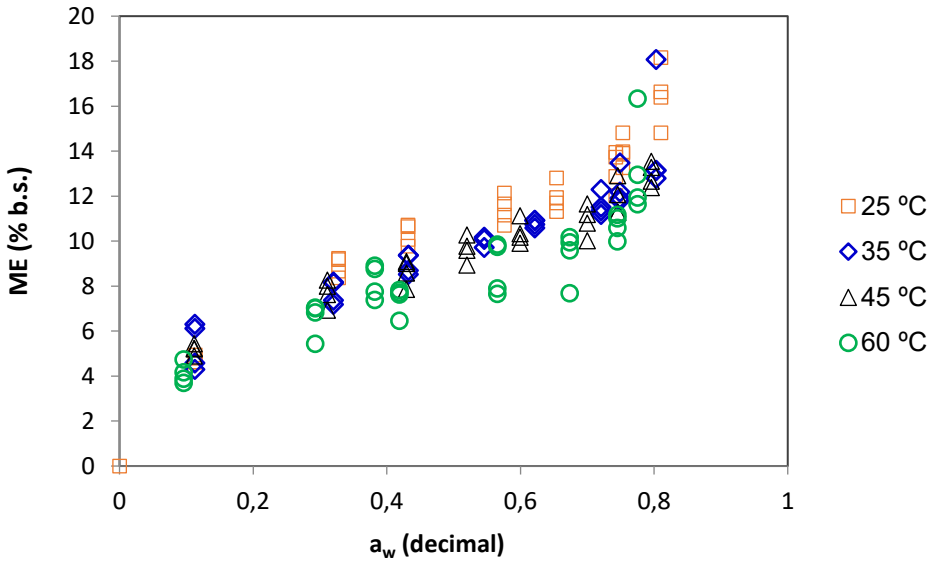


FIGURA 3. *Entalpía de sorción de agua de los híbridos (DK190VT3P y DK72-10) de maíz de tipo duro colorado.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Por lo tanto, los datos de Me a cada temperatura (T) fueron modelados por la alumna con la ecuación de GAB mediante análisis de regresión no lineal con el software Infostat, presentando adecuada precisión (desviación media relativa MRD<10%, R^2>0,91 y residuos *random*), siendo sus parámetros A, B y C tal como se detallan en la **TABLA II.**

TABLA II. *Parámetros de GAB para los híbridos (DK190VT3P y DK72-10) de maíz tipo duro colorado.*

Modelo	Parámetro	Temperatura (°C)			
		25	35	45	60
Constantes de GAB	A (% b.s.)	8,10	6,70	7,19	5,78
	B	0,62	0,65	0,57	0,68
	C	18,72	37,41	31,61	33,71
Estadísticos de ajuste	R^2	0,96	0,95	0,97	0,91
	MRD (%)	6,18	6,54	4,43	9,83

La estimación de la entalpía de sorción de humedad (Qst) de ambos granos se realizó para el conjunto completo de datos de equilibrio. A tal fin, aplicando la **ECUACIÓN 2** para pares de datos T- a_w se obtuvieron los valores del calor de sorción en función del contenido de humedad de equilibrio de los granos que se muestran en la **FIGURA 4**. La Tesista obtuvo entalpías entre 1,36 y 10,72 kJ/mol, con tendencia mayoritariamente decreciente con M_e, pero observándose un máximo de Qst para un contenido de humedad de equilibrio en el orden de 7-8% b.s., próximo a la humedad de monocapa que describe el parámetro A del modelo de GAB (**TABLA II**).

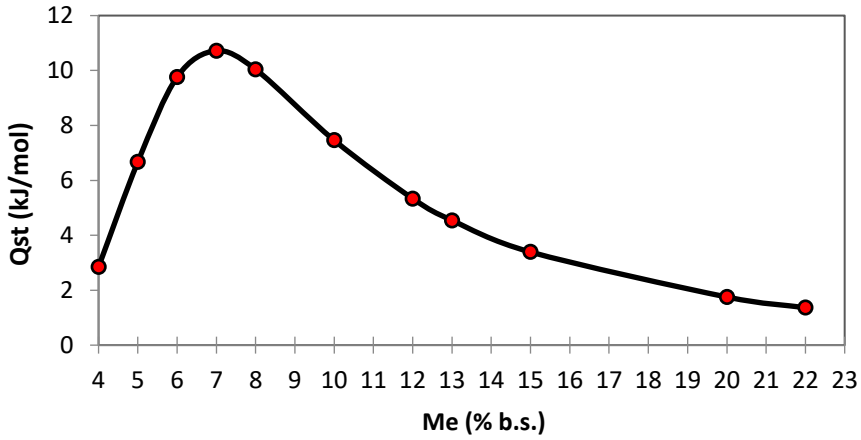


FIGURA 4. *Entalpía de sorción de agua para maíces híbridos (DK190VT3P y DK72-10) tipo duro colorado en función del contenido de humedad de equilibrio de los granos (Me) para temperaturas en el rango de 25-60 °C y de actividades acuosas entre 0,0957-0,8099.*

Con el objetivo de cotejar los resultados obtenidos por la alumna con datos publicados para otras variedades de maíz y materiales biológicos similares, a propuesta de los tutores se propuso revisar datos de otros autores. Se observó que se han reportado entalpías de sorción de agua similares o en órdenes próximos a los determinados en este trabajo, entre ellas: Quirijns *et al.* (2005) obtuvieron un comportamiento similar decreciente de Qst con Me para granos de maíz producidos en Holanda, presentando un valor máximo de Qst en la zona de transición de agua de adsorbida en monocapa y en multicapa. También Chayjan y Esna-Ashari (2010) para granos de maíz *cultivar SC704* producidos en la provincia de Kermanshah (Irán) obtuvieron valores decrecientes de calor de sorción con Me, pasando por un máximo de 18,94 kJ/mol. Para otros granos de cereales

típicos como la cebada cervecera, Gely y Pagano (2012) asimismo reportaron valores de Qst decrecientes con Me, pero superiores a los de maíz obtenidos en este trabajo (rango 43-62,6 kJ/mol para temperaturas entre 20-50 °C y actividades acuosas de 0,11 a 0,81), lo cual evidencia el comportamiento sorcional particular de cada material.

4. CONCLUSIONES

En cuanto a los aspectos técnicos del foco de estudio de este trabajo académico, se destaca que el modelado mediante la ecuación de GAB del equilibrio de sorción de humedad de granos de maíces híbridos de tipo duro colorado producidos en Argentina permitió a la tesista obtener datos de entalpía de sorción de agua de este producto vegetal en función de Me entre 1,36-10,72 kJ/mol, pasando por un máximo a un contenido de humedad de equilibrio (Me≅7-8% b.s.), próximo al de la monocapa molecular adsorbida descripto por el parámetro A del modelo de GAB.

Este trabajo presenta una síntesis del desarrollo del plan de *Tesis* de la primera autora, alumna avanzada de la carrera *LTA,* que aporta conocimientos nuevos a una problemática de interés para nuestro país productor de alimentos como es la conservación de la calidad en operaciones poscosecha (almacenamiento, secado) de híbridos de maíz duro colorado. Su desarrollo no sólo permitirá alcanzar el grado académico de *Licenciada en Tecnología de Alimentos* de la alumna, sino que también significará un aporte importante a la construcción del conocimiento en Tecnología de Alimentos.

En cuanto al aporte a la formación profesional de la estudiante, cabe resaltar el significativo valor de esta instancia integradora transcendental que constituye el desarrollo de la *Tesis LTA*, una actividad de aplicación concreta del ámbito profesional que fusiona conocimientos teóricos, prácticos y experimentales adquiridos en las asignaturas cursadas en años anteriores a lo largo de la carrera, y que confluyen en el abordaje de una problemática particular con el fin de fortalecer la *expertise* del futuro profesional, y a la vez, generar sólidas respuestas que contribuyan a la ciencia y tecnología de alimentos. En este caso particular, la estudiante reúne conceptos fisico-químicos teórico-prácticos de equilibrio de sorción de agua de alimentos, de entalpía de sorción y análisis de modelos pre-existentes para aplicarlos en nuevos productos (en particular, híbridos de maíz duro colorado), enfrentando desafíos de casos reales que requieren respuesta para la optimización de los procesos tecnológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Badui Dergal, S. (2006). *Química de los Alimentos*. 4º Edición. Pearson Educación, México. ISBN 970-26-06. https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf

Bell, I. N., & Labuza, T. P. (2000). *Moisture sorption: Practical aspects of isotherm measurement and use*. 2nd Edition. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists. https://www.researchgate.net/publication/31720841_Moisture_Sorption_Practical_Aspects_of_Isotherm_Measurement_and_Use_LN_Bell_TP_Labuza

Chayjan, R. A., & Esna-Ashari, M. (2010). Modeling of heat and entropy sorption of maize (cv. Sc704): neural network method. *Research in Agricultural Engineering*, *56*(2), 69-76. http://www.agriculturejournals.cz/pdfs/rae/2010/02/04.pdf

Gely, M. C., & Pagano, A. M. (2012). Moisture desorption isotherms and isosteric heat of sorption characteristics of malting barley (*Hordeum Distichum* L.). *Latin American applied research*, *42*(3), 237-243. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0327-07932012000300004&script=sci_abstract

McLaughlin, C. P., & Magee, T. R. A. (1998). The determination of sorption isotherm and isosteric heats of sorption for potatoes. *Journal of Food Engineering*, *35*, 267–280. https://doi.org/10.1016/S0260-8774(98)00025-9

Quirijns, E. J., Van Boxtel, A. J., Van Loon, W. K., & Van Straten, G. (2005). Sorption isotherms, GAB parameters and isosteric heat of sorption. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *85*(11), 1805-1814. https://doi.org/10.1002/jsfa.2140

Samapundo, S., Devlieghere, F., De Meulenaer, B., Atukwase, A., Lamboni, Y., & Debevere, J. M. (2007). Sorption isotherms and isosteric heats of sorption of whole yellow dent corn. *Journal of Food Engineering*, *79*(1), 168–175. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.040

Talens Oliag, P. (2017). *Determinación de la isoterma de sorción de agua un alimento*. Departamento Tecnología de Alimentos, Centro Universitat Politècnica de València. https://riunet.upv.es

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1w2NMPsuxgj8r6XoVwjLUKmeU_VXN5cyv/view

ISBN 978-987-47159-9-9

APORTES DE LA GAMIFICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: COMPRENDER LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DESDE LO MICROSCÓPICO

Jésica Lourdes Guaymás

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
guaymasjesi@gmail.com

Milagros García Armario

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
milagrosgarcia778@gmail.com

Resumen

En el siguiente trabajo se desarrolla una propuesta didáctica que surge a partir de un análisis previo sobre la propia experiencia como estudiantes, docentes en formación y en ejercicio, teniendo en cuenta los múltiples aspectos positivos que ofrece una de las estrategias de enseñanza aprendizaje como es la Gamificación, contribuyendo de este modo a la inclusión y la participación activa de las y los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. La misma fue pensada para aplicarse tanto en el nivel superior, como para la educación secundaria y técnica. Basándose en conceptos de Fundamentos de la Química, que funcionan como pilares para la interpretación de muchos postulados químicos, y empleando una de las metodologías derivadas de la Gamificación como es la sala de escape (Escape Room), se intenta generar una vinculación entre los mismos y así lograr una mayor comprensión. Aunque esta propuesta no fue llevada a cabo, puede ser utilizada en diferentes momentos o con diferentes objetivos: como actividad de repaso, de evaluación o para recuperar conocimientos previos.

Palabras clave: *gamificación; escape room; metodología activa; educación;* aprendizajes significativos.

1. PRIMERAS APROXIMACIONES

La gamificación es una estrategia metodológica que permite la participación activa de los y las estudiantes debido a que extrae las características del juego, como por ejemplo: presencia de reglas o normas, interactividad y feedback, insignias y recompensas, compromiso juego-jugador (Zichermann y Cunningham en Prados y Torres, 2020, p. 169), para incorporarlas en ambientes no lúdicos con el objetivo principal de aumentar la motivación debido a alcanzar pequeños logros durante las actividades propuestas (González González, s.f, p.1).

En relación con lo anterior, la gamificación permite desarrollar aprendizajes significativos y constructivistas, entendiéndose estos como elementales para constituir una base sólida de conocimiento del área. En este sentido, "las propuestas gamificadas mejoran el rendimiento de los estudiantes gracias a un mayor desarrollo cognitivo, así como una mejor gestión emocional y social" (Ortiz-Colón, Jordan y Agredal en Prados y Torres, 2020, p. 167). A su vez, representa una manera de motivar a las y los estudiantes en la realización de las actividades propuestas, favoreciendo la experimentación, la creatividad, la autonomía, promoviendo la retroalimentación inmediata entre los diferentes actores, y así, entender al error como una oportunidad de aprendizaje colaborativo, incentivando la participación activa de los actores involucrados en la construcción del conocimiento (Hernández Prados, 2020, p. 171).

Siguiendo con este enfoque y en base a investigaciones recientes, se puede afirmar que la gamificación es una estrategia didáctica que facilita la inclusión y proporciona la posibilidad de modificar las actividades propuestas en función de las necesidades de las y los estudiantes. Esto incrementa la motivación, logrando así

ISBN 978-987-47159-9-9

que desarrollen sentido de pertenencia, confianza, participación y autonomía dentro del curso (López Proaño et al., 2024, p. 345). Minimizando, de esta manera, las barreras que limitan el aprendizaje y la participación de todos los estudiantes.

Es de importancia destacar la diferencia entre gamificación y ludificación al momento de pensar una propuesta gamificada, en palabras de Gonzales Gonzales: "'no se debe confundir la gamificación educativa con la ludificación educativa', pues esta primera se sustenta sobre el currículo y la normativa legal vigente, (...) y no sobre supuestos únicamente lúdicos" (s.f, p. 170). Por tal motivo se debe considerar que la utilización desmedida de esta estrategia o la falta de objetivos claros sobre los que se fundamenta la misma, puede ocasionar que las y los estudiantes desarrollen conductas ambiciosas y desconsideradas hacia los demás (Hernández Prados, 2020, p. 171).

La propuesta didáctica que se desarrolla en el siguiente trabajo tiene en cuenta los múltiples aspectos positivos que ofrece la Gamificación, permitiendo contribuir a la inclusión y la participación activa de las y los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. De igual modo, considerando las desventajas existentes, se busca implementar estrategias que minimicen estos inconvenientes, garantizando así una experiencia educativa enriquecedora y equilibrada.

2. CONTEXTUALIZANDO LA GAMIFICACIÓN EN EL NIVEL SUPERIOR

2.1. Fundamentación de la propuesta

Considerando el análisis previo sobre la propia experiencia como estudiantes, docentes en formación y en ejercicio, se evidencia que uno de los grandes retos a los que se enfrentan los docentes de nivel superior tiene que ver con la innovación de las estrategias y metodologías que se utilizan en el aula, dejando de lado las tradicionales que limitan a las y los estudiantes solo a una postura receptiva. La utilización de metodologías activas, en cambio, permite que ocupen un rol activo siendo protagonistas en su proceso de aprendizaje, favoreciendo la metacognición. En línea con lo antes mencionado, se establecen como propósitos en esta propuesta: propiciar un espacio de enseñanza- aprendizaje activo que represente una motivación para las y los estudiantes; incentivar el debate y el trabajo colaborativo; fomentar la interrelación de conceptos básicos de química y promover la lectura e interpretación de datos en diferentes formatos: tablas, gráficos y simuladores. En este sentido, la gamificación representa una oportunidad de lograr el compromiso y la motivación necesaria para poder alcanzar los siguientes objetivos de aprendizaje: trabajar de manera activa, autónoma y colaborativa y, de este modo, interrelacionar conceptos fundamentales para la interpretación de la geometría molecular y sus propiedades físicas y químicas.

En particular, en el Escape Room, los participantes del juego se encuentran "inmersos y concentrados en la tarea, por el reto que les supone y por su atractivo lúdico y de placer emocional, que aprenden y desarrollan competencias por la inercia del propio estado, de modo que, el tiempo (...) pasa «volando»" (Salvador-Gómez et al., 2022, p. 7). Concretamente, las y los estudiantes ingresan a un entorno físico o digital, en donde deben buscar pistas y resolver tareas que están vinculadas a las competencias que se desean desarrollar y al contenido didáctico correspondiente (Ramírez Quesada, de Jesús Villa, 2024, p. 164).

Pensando los beneficios de la Gamificación, mencionados anteriormente, se plantea la siguiente propuesta para abordar contenidos conceptuales que permitirán la comprensión de la química desde sus fundamentos y que conformarán una base sólida para la construcción de saberes más complejos, dentro de las carreras afines al área en el Nivel Superior. Puntualmente, la interpretación de las propiedades físicas de determinados compuestos químicos representativos, en relación a electronegatividad, polaridad, geometría molecular y fuerzas intermoleculares, es decir, comprender lo macroscópico desde lo microscópico, a partir de la vinculación de dichos contenidos.

La selección del temario de contenidos se fundamenta en el modo en que habitualmente se los suelen llevar a las aulas atendiendo únicamente a la memorización y repetición. De este modo, se pretende ofrecer nuevas alternativas que permitan construir una red de conocimientos en las y los estudiantes, entre los saberes previos y futuros, creando los nexos necesarios que sirvan de andamiaje para el desarrollo de los mismos. A través de esta propuesta, también se intenta visualizar una forma diferente de comunicar conceptos químicos, contemplando que los contenidos seleccionados forman parte de los planes de estudio de futuros docentes.

ISBN 978-987-47159-9-9

2.2. Desarrollo de la propuesta

2.2.1. La misión

EL LEGADO DE LA QUÍMICA Y EL AGUA

En un futuro cercano, el mundo enfrenta una crisis hídrica sin precedentes. La escasez de agua se ha convertido en una realidad aterradora en muchas regiones, mientras que la contaminación y el uso irresponsable de los recursos hídricos amenazan la supervivencia de millones de habitantes. Un grupo de científicos reconocidos, conscientes de la gravedad de la situación, ha sido convocado a un laboratorio secreto donde allí se preservan fragmentos de información sobre las propiedades del agua y sus teorías fundamentales. La misión de ellos es reconstruir este conocimiento de vital importancia antes de que se deteriore y se pierda.

En un oscuro laboratorio subterráneo, los científicos se reúnen alrededor de una mesa para analizar diferentes fuentes: documentos antiguos, gráficos y notas dispersas. Por desgracia, la información ha sido manipulada y eliminada por parte de un grupo poderoso que busca continuar con la explotación del agua sin restricciones ni cuidados. Sin embargo, algunos datos pudieron resguardarse, siendo responsabilidad de este equipo de científicos llegar a la verdad.

"Bienvenidos/as, hoy han sido convocados para llevar adelante una importante misión, estamos jugando una carrera contra el tiempo, información valiosa que fundamenta las propiedades del agua como recurso vital están siendo manipuladas por personas poderosas y con intereses realmente peligrosos. Si logran completar su misión, no sólo habrán salvado el conocimiento sobre las propiedades del recurso vital para la vida y conceptos químicos claves y fundamentales para la compresión de las propiedades fisicoquímicas de muchas sustancias, sino que también habrán encendido una chispa de esperanza en un mundo que necesita recordar lo esencial. Su legado será un compendio vital que educará a futuras generaciones sobre la importancia del agua y su conservación.

¡El tiempo se agota! Teorías y conceptos químicos muy importantes se están perdiendo, y con ellos fundamentos sumamente necesarios para poder comprender, valorar y cuidar el agua. Confiamos en que pueden lograrlo exitosamente."

2.2.2. Las consignas

Cada grupo de alumnos pasarán por sucesivas postas en donde recibirán las siguientes consignas. Deberán resolverlas y tomar registro de lo fundamental para poder continuar:

<u>*Caja #1: tablas y gráficos*</u>

Este gráfico muestra los puntos de ebullición de diferentes compuestos, conformados de manera similar a la molécula de agua. Observen y registren: ¿Existe una tendencia?, ¿a qué podría deberse?

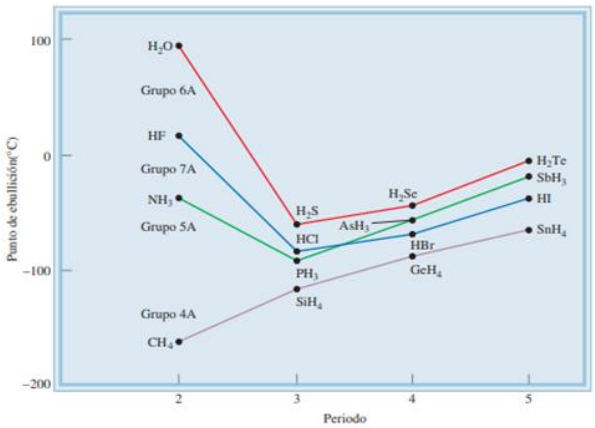


FIGURA 1. *Puntos de ebullición de los compuestos con hidrógeno de los elementos de los grupos 4A, 5A, 6A y 7A. Extraído de: Química de Raymond Chang - 11va edición.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Caja #2: Polaridad de enlace

Construye la estructura de Lewis de los siguientes compuestos y utilizando la tabla periódica, establece la polaridad de los enlaces, esta información quizás nos permita dilucidar qué relación existe entre sus propiedades y su estructura.

TABLA I. *Tabla para construir las estructuras de Lewis de cada compuesto.*

Compuesto	*Estructura de Lewis*	*Polaridad de cada enlace*
CH_4		
NH_3		
HF		
H_2O		

Caja #3: Geometría molecular.

Buscando material en antiguos escritos se encontró una teoría que encontraba limitaciones en Lewis. En ella se menciona que existe una repulsión entre los electrones presentes en los enlaces y a su vez entre ellos y los electrones sin compartir. Es todo lo que se ha podido traducir. Para ello hemos seleccionado una serie de compuestos que puedan ayudarnos a comprender de qué se trata y así aproximarnos a nuestro objetivo.

Construye un modelo de barras y esferas que encuentre cuál será la mejor disposición de los átomos y sus electrones de modo tal que queden lo más alejados posibles, según lo expuesto en la teoría.

Para ello se dispondrán de varillas de madera (tipo escarbadientes o brochette) y plastilina y las y los estudiantes armarán las disposiciones espaciales de las siguientes moléculas:

CH_4, NH_3, HF, H_2O

Registra las diferentes pruebas y las conclusiones obtenidas.

¿Podemos establecer una relación entre estas estructuras y sus propiedades?

Caja #4: Momento dipolar

Una medida cuantitativa de la polaridad de un enlace molecular es su momento dipolar, este se puede determinar como el producto de la carga Q por la distancia r entre las cargas.

Las moléculas anteriormente mencionadas, presentan propiedades específicas que dependen de su momento dipolar. Deduce el momento dipolar para cada una de ellas, teniendo en cuenta sus geometrías electrónicas utilizando el siguiente simulador:

Link del simulador: https://phet.colorado.edu/es/simulations/molecule-polarity/activities

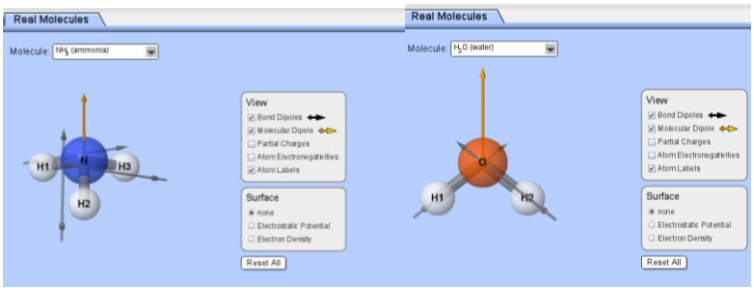


FIGURA 2. *Simulador PhET colorado.*

Si el momento dipolar es cero no se verá representado en el simulador y en ese caso podremos decir que es apolar o no polar, por el contrario, si este es distinto de cero la molécula será polar.

Caja #5: Fuerzas intermoleculares

ISBN 978-987-47159-9-9

Una nueva pista aparece gracias a un diario de campo guardado en una caja. Se trata de un manuscrito que detalla la existencia del agua en diferentes formas: sólida, líquida y gaseosa. En él se específica que "a medida que baja la temperatura de un gas disminuye la energía cinética promedio de sus moléculas. Así, a una temperatura suficientemente baja, las moléculas ya no tienen la energía necesaria para liberarse de la atracción de las moléculas vecinas. En este momento, las moléculas se agregan y forman pequeñas gotas de líquido. Esta transición de la fase gaseosa a la fase líquida se conoce como condensación" (Adaptado de: Química de Raymond Chang - 11va edición).

Partiendo de los puntos de fusión y de ebullición mencionados al comienzo ¿qué tipo de fuerzas consideran que son las responsables de estas propiedades macroscópicas de la materia?

- *Fuerzas intramoleculares*
- *Fuerzas intermoleculares*

Justifica la elección mencionando en qué se basan dichas fuerzas.

En ese mismo hallazgo, el diario de campo comentaba: *Para comprender las propiedades de la materia condensada, es fundamental analizar los diferentes tipos de fuerzas intermoleculares, que son responsables de las interacciones entre las moléculas y determinan muchas de las propiedades físicas de las sustancias, como el punto de fusión y ebullición. Entre estas fuerzas se encuentran las fuerzas de van der Waals, que incluyen las fuerzas dipolo-dipolo, que son las atracciones entre moléculas polares con momentos dipolares, y las fuerzas de dispersión, que se generan a partir de dipolos instantáneos en moléculas no polares. Además, existen interacciones ion-dipolo, que se establecen entre un ion y una molécula polar, siendo su intensidad dependiente de la carga y tamaño del ion, así como del momento dipolar y tamaño de la molécula. Un ejemplo común de interacción ion-dipolo es la hidratación.*

Existen atracciones más fuertes que las típicas fuerzas de van der Waals, y este tipo se denomina enlace o puente de hidrógeno. El enlace de hidrógeno es una interacción especial que se clasifica como un tipo de interacción dipolo-dipolo. Se produce entre el átomo de hidrógeno de un enlace polar, como N—H, O—H o F—H, y un átomo electronegativo de oxígeno (O), nitrógeno (N) o flúor (F)." (Adaptado de: Química de Raymond Chang- 11 va edición).

Por último, luego de este recorrido, los científicos están en condiciones de volver sobre ese primer gráfico para fundamentar lo observado. ¿Qué relación se puede establecer entre cada una de las estaciones?, ¿Qué aportes a la investigación representan estos últimos hallazgos?

Posteriormente, los jugadores deben salir del laboratorio antes de que se agote el tiempo, llevando consigo el conocimiento renovado sobre el agua y una estrategia para difundirlo al mundo. ¡El futuro depende de ellos!

¿Cómo lo harán? Deben realizar un escrito en donde se detalle la relación entre los diferentes conceptos con los que han trabajado y, a su vez, explicar lo esencial del agua para la vida fundamentando sus propiedades a partir de su geometría. Sabemos que el agua es conocida como solvente universal, actúa como regulador climático ya que posee un elevado calor específico: propiedades fundamentales que demuestran su vital importancia. Otro dato curioso es que el agua puede formar una película sobre su superficie conocida como tensión superficial.

3. CONSIDERACIONES FINALES

La Gamificación, entendiéndose como una estrategia metodológica que permite la participación activa de los y las estudiantes, se ha convertido en este último tiempo en una de las metodologías más empleadas por los docentes de los diferentes niveles educativos. Las investigaciones que arrojaron diferentes resultados de las respuestas de los estudiantes, demuestran que los beneficios son múltiples y que la recepción por parte de ellos es satisfactoria. Por otro lado, los docentes enfrentan un nuevo desafío, que tiene que ver con el desarrollar actividades y consignas apropiadas para aplicar esta metodología, poder descontracturar sus clases y fomentar el pensamiento creativo y deductivo.

Teniendo en cuenta que esta propuesta didáctica no fue puesta en acción en las aulas, aun así, simboliza una gran oportunidad para presentar metodologías activas que distan de la manera tradicional en que suelen ser abordados a estudiantes de diferentes profesorados en el nivel superior, tanto universitario como no universitario. Todos estos atributos permiten trabajar con conceptos abstractos como los abordados en esta propuesta de manera tal que las y los estudiantes se encuentren motivados y comprometidos y de este modo puedan participar activamente. La versatilidad de la gamificación, además, contribuye a la inclusión educativa, pudiendo realizarse las modificaciones necesarias para facilitar el acceso, como el uso de audios, modelos, entre otras.

ISBN 978-987-47159-9-9

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la financiación de los proyectos PGI- UNS 24/Q113 y PGI-UNS 24/Q124 marco en el cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chang, R. (2013). *Química*. Undécima edición. The McGraw-Hill Companies.

González González, C. (2019). *Gamificación en el aula: ludificando espacios de enseñanza- aprendizaje presenciales y espacios virtuales*. DOI:10.13140/RG.2.2.34658.07364

Hernández Prados, M., Collados Torres, L. (2020). La gamificación como metodología de innovación educativa. In *V Congreso Internacional Virtual Sobre La Educación En El Siglo XXI (marzo 2020) LA, marzo* (pp. 164-175). https://www.eumed.net/actas/20/educacion/13-la-gamificacion-como-metodologia-de-innovacion-educativa.pdf

López Proaño, A., Abad Arroyo, A., Hernández Cruz, L., & Bedoya Gutiérrez, A. (2024). El impacto positivo de la gamificación en la integración y la inclusión estudiantil, propuesta y resultados: The positive impact of gamification on student integration and inclusion, proposal and results. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, *5*(4), 340 – 358. https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2253

Phet interactive simulations University of Colorado Boulder. (30 de septiembre de 2024). *Polaridad de la molécula*. https://phet.colorado.edu/es/simulations/molecule-polarity/activities

Ramírez-Quesada, C. B.; de Jesús Villa, P. (2024). Revisión sistemática de la eficacia del escape room educativo como metodología universitaria para incrementar la motivación y el aprendizaje. *EDUCA International Journal, 1*(4) 160-189, https://doi.org/10.55040/educa.v4i1.76

Salvador-Gómez, A., Escrig-Tena, A. B., Beltrán-Martín, I., & García-Juan, B. (2022). El escape room virtual: herramienta docente universitaria para el desarrollo de competencias transversales y para la retención del conocimiento. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (21), 7–48. https://doi.org/10.51302/tce.2022.664

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1nSD-HlIXNQ_8cSUNbhghiViCcqgcN9J2/view

ISBN 978-987-47159-9-9

DISEÑO, CARACTERIZACIÓN E INMOBILIZACIÓN DE UN MATERIAL POLÍMERICO COMO PRÁCTICA DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA DEL ESTADO SÓLIDO PARA LA CARRERA DE LA LICENCIATURA EN QUÍMICA

Oswaldo José Rosas Rivas

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), San Luis, Argentina.
ojrrt55@gmail.com

Carlos Alberto López

Instituto de Investigaciones en Tecnología Química (INTEQUI), UNSL, CONICET y Área de Química General e Inorgánica "Dr. G. F. Puelles", San Luis, 5700, Argentina
calclopez@gmail.com

María Celeste Bernini

Instituto de Investigaciones en Tecnología Química (INTEQUI), UNSL, CONICET y Área de Química General e Inorgánica "Dr. G. F. Puelles", San Luis, 5700, Argentina
celeste.bernini@gmail.com

Germán Ernesto Gómez

Instituto de Investigaciones en Tecnología Química (INTEQUI), UNSL, CONICET y Área de Química General e Inorgánica "Dr. G. F. Puelles", San Luis, 5700, Argentina
germangomez1986@gmail.com

Resumen

En el marco de la materia de Estado Sólido, perteneciente a la carrera de la Licenciatura en Química de la Universidad Nacional de San Luis (plan OCD N° 3/11) se diseñó un trabajo teórico experimental focalizado en el diseño y caracterización de un material sólido luminiscente. El material sintetizado corresponde a una red-metal orgánica (MOF) obtenida por el método solvotermal y posteriormente modificado por molienda mecánica y caracterizado por difracción de rayos X de polvos (PXRD), análisis térmico (TGA y DSC) y espectroscopía de infrarrojo (FTIR). Como práctica de la química del estado sólido, se planificó que los alumnos realicen una primera etapa de búsqueda bibliográfica respecto de las aplicaciones de los MOFs, luego se diseñaron las etapas de síntesis y post-tratamiento y finalmente la caracterización del material.

Palabras clave: *estado sólido; caracterización; polímero de coordinación; lantánidos; películas delgadas.*

1. MARCO TEÓRICO

En este trabajo propuesto se sintetizó un sólido tipo red metal-orgánica (Metal-Organic Framework, MOF), compuesto por ligandos orgánicos que conectan centros metálicos formando una red cristalina. Entre sus características destacan su alta porosidad y área superficial, permitiendo adsorción, almacenamiento y separación de gases como hidrógeno, dióxido de carbono e hidrocarburos (Jiang, 2022). También actúan como catalizadores (Gómez, 2020), sensores (Gómez, 2019) y poseen aplicaciones en electrónica y optoelectrónica (Stavila, 2014) y liberación controlada de fármacos (Claudio-Rizo, 2020).

De la inmensa variedad MOFs existentes se realizó la síntesis de uno de la familia del **MOF-76** (Rosi, 2005), esta consiste en un lantánido como ion central y el 1,3,5-bencenotricarboxilato como ligando, posee una estructura porosa que forma canales como los que se observa en la FIGURA 1.

ISBN 978-987-47159-9-9

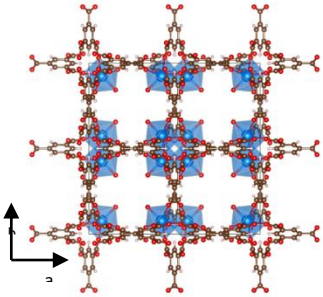


FIGURA 1. *Vista en el plano ab para el MOF 76 donde se notan los poros de la red.*

En este trabajo, se empleó ytrio y pequeñas cantidades de europio como dopante. No obstante, se ha informado sobre la isoestructuralidad entre las fases del **MOF-76** que contienen ytrio y lantánidos como europio, terbio, disprosio, entre otros. Estos compuestos cristalizan en el sistema tetragonal mediante la ruta de síntesis solvotérmica, y se ubican en el grupo espacial $P4_322$ (# 95) (Duan, 2014) (Jiang, 2010).

La metodología de síntesis influye en la estructura cristalina de este tipo de materiales, en la síntesis solvotérmica, las sales precursoras de los ligandos y el catión se ponen en contacto con agua y solventes orgánicos para luego ser calentado a temperaturas moderadas. La reacción se lleva a cabo en reactores capaces de soportar la presión que se genera por el paso a fase vapor de los solventes, el modelo de síntesis involucra el autoensamblado entre el ion metálico y el ligando bajo condiciones específicas.

Una característica destacada de esta familia de MOFs reside en sus propiedades ópticas, la presencia de lantánidos involucra la posibilidad de transiciones electrónicas 4f-4f, siendo notables las transiciones en el espectro visible de los iones Eu^{3+} y Tb^{3+} que corresponden a luz roja (610 nm) y verde (540 nm) respectivamente (Jiang, 2022). Estas transiciones son débiles debido a la restricción de la regla de selección de Laporte. Este problema se resuelve mediante el "efecto antena", donde ligandos orgánicos coordinados con el ion lantánido aumentan la intensidad de emisión. Las propiedades ópticas de estos MOFs los hacen prometedores para aplicaciones como sensores químicos y térmicos, fotocatalizadores y en dispositivos de emisión de luz (LEDs).

Una estrategia común para aprovechar estas propiedades es mediante la creación de películas delgadas. Estas consisten en capas uniformes de material que se depositan sobre un sustrato, es decir ocurre un crecimiento de tipo epitaxial. Esto puede lograrse haciendo crecer el material directamente sobre el sustrato funcionalizado (SURMOF) o depositándolo mediante técnicas como spin coating o deposición química de vapor.

Además, en este trabajo práctico se ensayó la molienda de bolas asistida como forma de miniaturización, un molino a bolas consiste en un recipiente giratorio que contiene bolas de un material cerámico resistente, que actúan como medios de molienda. La miniaturización también es posible mediante el agregado de modulares en la síntesis, como lo son ligandos orgánicos como el acetato o moléculas anfipáticas que actúan como surfactantes. La deposición se realizó mediante la técnica del *spin coating*. En esta técnica una suspensión del material se coloca en el centro del sustrato, se hace girar rápidamente y la fuerza centrífuga dispersa la solución hacia el borde del sustrato, formando una capa delgada y uniforme a medida que el solvente se evapora. La caracterización del MOF fue llevada a cabo mediante técnicas clásicas de caracterización en el estado sólido: la estructura cristalina mediante difracción de rayos X, la estabilidad térmica mediante el análisis termogravimétrico y la calorimetría diferencial de barrido y el análisis estructural vibracional mediante la espectroscopia infrarroja.

2. OBJETIVOS

- Sintetizar un material cristalino de naturaleza orgánico-inorgánica.
- Miniaturizar el material mediante molienda asistida
- Caracterizar el material mediante difracción de rayos X de polvos (PXRD), análisis térmico gravimétrico (TGA) y térmico diferencial (DSC), espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier (FTIR).
- Fabricar una película delgada mediante la técnica de *spin-coating*

ISBN 978-987-47159-9-9

3. SECCION EXPERIMENTAL

3.1. Síntesis

Se siguió la ruta de síntesis solvotérmica descrita a continuación: se pesaron 0,6 mmoles de ácido trimésico (H_3BTC, 0,1208 g), 0,5 mmoles de cloruro de ytrio hexahidratado ($YCl_3 \cdot 6H_2O$, 0,1517 g) y 5% de cloruro de europio hexahidratado ($EuCl_3 \cdot 6H_2O$, 0,02 g). Los precursores se disolvieron en 12 mL de una mezcla de N,N'-dimetilformamida (DMF) y agua (H_2O) en proporciones 3:1 respectivamente. La mezcla se agitó a temperatura ambiente durante 20 min y se llevó a estufa a 80°C por 72 h. Después de este periodo, se realizó el filtrado y lavado del producto utilizando una mezcla de solventes igual a la utilizada en la síntesis, se dejó secar a temperatura ambiente por 48 h. Se obtuvieron 0,293 g del sólido. El sólido presentó color blanco y un característico brillo cristalino, los cristales observados bajo la lupa tienen forma de agujas, siendo relativamente grandes y de tamaño uniforme. Se comprobó mediante irradiación con luz UV la emisión característica debida a la presencia del Eu^{3+}. La homogeneidad del color y la ausencia de puntos vacíos actúan como un indicativo de homogeneidad en el dopaje, tal como se observa en la FIGURA 2.



FIGURA 2. *Aspecto macroscópico del MOF Eu:YBTC (a) y de los cristales vistos bajo lupa (b). Luminiscencia del Eu:YBTC bajo excitación UV (c).*

3.2. Molienda

Se realizaron sesiones de molienda en diferentes condiciones:
- Molienda asistida a 4 bolas, 400 rpm a 5, 10 y 15 minutos.
- Molienda asistida a 2 bolas, 200 rpm, 5 minutos.
- Molienda manual por 1 hora.

La luminiscencia distintiva asociada al europio persistió incluso después del proceso de molienda como se observa en la FIGURA 3. En el caso de la molienda asistida, se observó un cambio en el color del sólido de blanco a gris a medida que se prolongaba el tiempo de molienda, en la FIGURA 3 se observa de izquierda (5 min) a derecha (15 min) el cambio en la tonalidad. Para recuperar la mayor cantidad posible de la muestra del molino, se llevó a cabo un enjuague con etanol, el cual posteriormente se dejó evaporar. La molienda manual se realizó con un mortero de ágata.



(a) (b)

FIGURA 3. *Diferencias de tonalidad en Eu:YBTC después de los tiempos de molienda asistida (a). Luminiscencia de Eu:YBTC bajo excitación UV, después de molido (b).*

3.3. Técnicas de caracterización

3.3.1. Difracción de rayos X de polvos

ISBN 978-987-47159-9-9

Se realizó la caracterización de las muestras en forma *bulk* y molidas por medio de difracción de rayos X de polvos (PXRD) en un difractómetro de rayos X ULTIMA IV, con ánodo de cobre (Kα) con longitud de onda de emisión promedio de 1,5418 Å, para un rango de 2θ entre 5 y 55° con un paso de 0,03°. La FIGURA 4 muestra concordancia entre el patrón de difracción de la muestra en forma *bulk* y un patrón simulado generado con el software Vesta a partir de un archivo CIF de Y-BTC (Jiang, 2010), se verifica la conservación de la estructura cristalina del MOF a pesar de la introducción del europio como dopante. En las muestras molidas, se observó una notable disminución en la intensidad de los picos debido a la pérdida de cristalinidad y reducción de la cantidad de muestra. La molienda asistida por 10 minutos (verde) resultó en una pérdida casi total de cristalinidad, mientras que las de 5 y 15 minutos (azul y violeta) mostraron reflexiones atenuadas en 8,70 y 10,64°, especialmente a los 15 minutos. La molienda de 5 minutos presentó picos más anchos y desplazamientos hacia ángulos menores. Las muestras molidas manualmente (amarillo) o con 2 bolas (celeste) mostraron mayor cristalinidad y un aumento en el fondo entre 15° y 35°, atribuible al material del portamuestra.

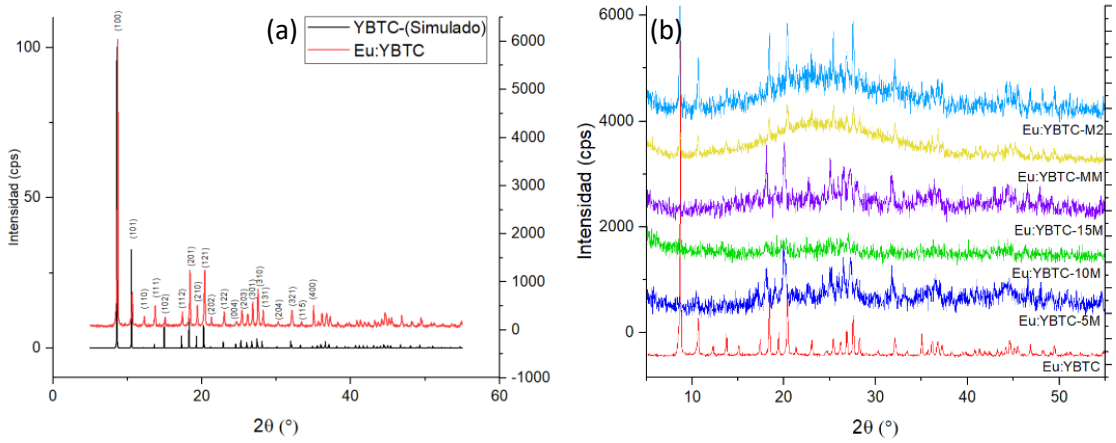


FIGURA 4. *Patrón de difracción de Eu:YBTC en forma bulk (a). Comparación entre los patrones de difracción para las diferentes muestras molidas (b).*

3.3.2. Análisis térmico

Para el análisis termogravimétrico (TGA) se pesaron 9,56 mg del solido en atmosfera de aire, en celda de platino, con velocidad de barrido de 10°C/min entre 27 y 800 °C. Para el análisis por calorimetría diferencial de barrido (DSC), se pesaron 9,90 mg del sólido en una celda de aluminio con flujo de aire de 50 mL/min, velocidad de barrido de 10°C /min entre 27 y 600 °C, la referencia fue otra celda de aluminio vacía.

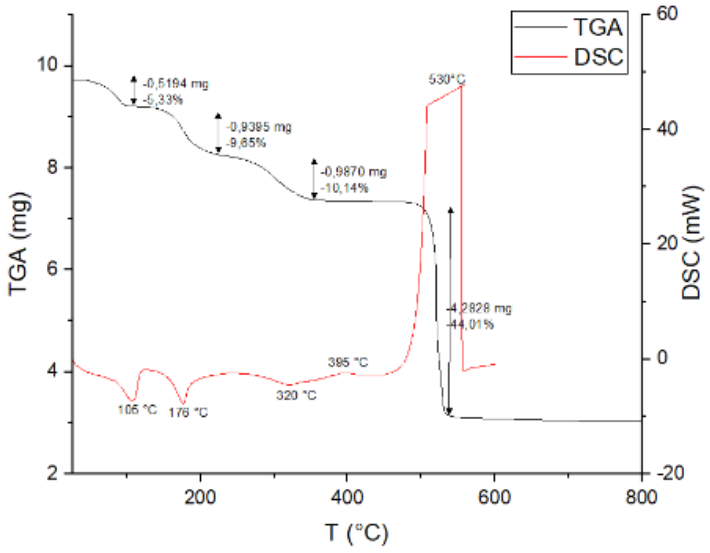


FIGURA 5. *Diagramas de TGA/DSC para Eu:YBTC.*

ISBN 978-987-47159-9-9

A partir del diagrama de TGA de la FIGURA 5, se observa estabilidad térmica del MOF hasta los 500 °C, donde inicia su descomposición al respectivo óxido. La presencia de este último fue confirmada mediante caracterización del residuo por difracción de rayos X. La primera pérdida de 5,33%, entre 50 y 100 °C, corresponde una molécula agua de hidratación por unidad formula del MOF. A continuación, se registra una pérdida del 9,65% entre 130 y 220 °C, que corresponde a la segunda molécula de agua de hidratación y a la molécula de agua de coordinación. Posteriormente, se observa una pérdida del 10,14% entre 250 y 360 °C que es asociada a la pérdida del solvente DMF, Finalmente, se evidencia la descomposición al óxido correspondiente, iniciando en 490 °C y culminando en 550 °C. En base a estos datos se propone una estequiometria de tipo: $[Y_{0,95}Eu_{0,05}BTC(H_2O)](DMF)_{0,5}(H_2O)_2$. En el DSC, se aprecian tres picos endotérmicos que corresponden a las pérdidas de DMF y agua, alcanzando máximos a 105, 176 y 320 °C. También se identifica un pico exotérmico muy pronunciado alrededor de 530 °C, asociado a la descomposición del MOF. Además, se destaca un pequeño pico exotérmico alrededor de 395 °C, no asociado a pérdida de masa, y que puede explicarse como una transición de fase.

3.3.3. Espectroscopía de Infrarrojo (FTIR)

La caracterización por FTIR se realizó en el rango de 400 a 4000 cm^{-1}, con resolución de 4 cm^{-1}, la preparación de las muestras se hizo mediante el empastillado con KBr.

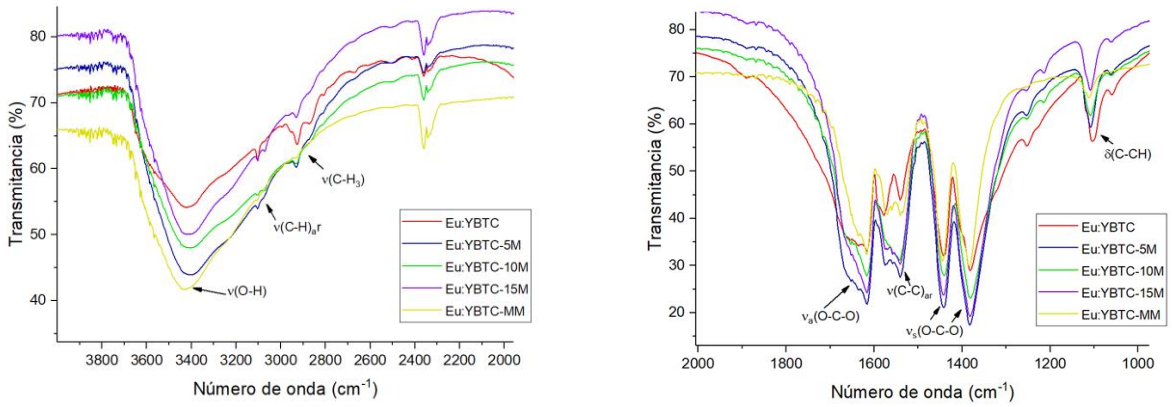


FIGURA 6. *Espectro FTIR ampliado para Eu:YBTC.*

La banda ancha alrededor de 3400 cm^{-1} corresponde al estiramiento O-H del agua presente en los poros del MOF, en 3101 y 3068 cm^{-1} se aprecian las absorciones para el estiramiento C-H de los hidrógenos sp^2 del ligando, en 2926 y 2860 cm^{-1} se observan las bandas del estiramiento C-H de los hidrógenos sp^3 de la dimetilformamida. La ausencia de una banda de absorción en 1720 cm^{-1} correspondiente al estiramiento C=O del carbonilo en un ácido carboxílico y la presencia de las bandas del estiramiento asimétrico en 1615 cm^{-1} y estiramiento simétrico en 1440 y 1380 cm^{-1} indican que todo el ligando se encuentra desprotonando. En 1540 y 1570 cm^{-1} se observa una doble banda que corresponde al estiramiento C-C del anillo aromático del ligando, en 1100 la banda de flexión en el plano C-CH.

3.3.4. Inmovilización del material por deposición mediante spin-coating

Se pesaron 20 mg del sólido y se suspendieron en 2 mL de etanol con ayuda de agitación ultrasónica. Se secó a 80 °C hasta total evaporación del solvente y se re suspendió en 2 mL de solución de polimetilmetacritalato (PMMA) en cloroformo por 15 min. Se realizó la deposición en vidrio de 1x1 cm, mediante la técnica del *spin coating*, dosificando 50 µL en ciclos de 45 s a 4000 rpm, para un total de 32 ciclos.

ISBN 978-987-47159-9-9

La deposición se logró de forma relativamente uniforme con una pequeña zona en el centro que parece se nota con menor cantidad capas y que es explicable debido a un fenómeno de lavado cada vez que se dosificaba la suspensión por la fuerza con la que se dejaba caer la gota y el volumen de cada dosificación. Se sigue manteniendo la luminiscencia debida al europio tras la deposición.

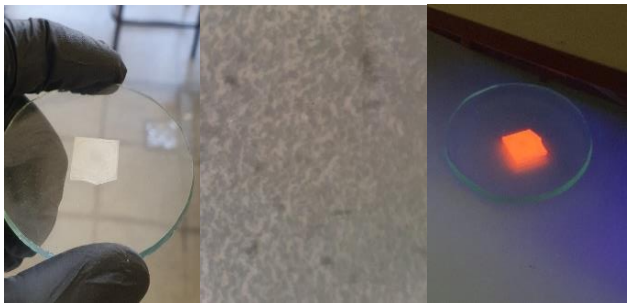


FIGURA 7. *a) vista bajo la luz visible de la película delgada. b) vista bajo la lupa de la superficie de la película delgada. c) vista de la película delgada bajo la luz UV*.

4. CONCLUSIONES

Se logró la síntesis de un MOF basado en ytrio y 1,3,5-bencenotricarboxilato dopado con europio con propiedades luminiscentes, la caracterización estructural por difracción de rayos X mostró la isoestructuralidad entre la fase sintetizada y otras fases de la familia del **MOF-76**, ubicándose en el sistema cristalino tetragonal con grupo espacial $P4_322$, el análisis térmico reveló la estabilidad hasta los 500°C. La molienda asistida con 4 bolas durante 5 minutos permitió mostró el menor tamaño de cristalita, por lo que es esperable que también se haya logrado el menor tamaño de partícula, sin embargo, es necesario complementar con otra técnica como la microscopía electrónica de barrido para la medición certera del tamaño de partículas y considerar cuidadosamente las condiciones de este tipo de molienda para evitar perder la cristalinidad de la fase o utilizar otras formas de miniaturización como el agregado de moduladores durante la síntesis.

La técnica de deposición mediante *spin coating* demostró ser efectiva para la obtención de películas delgadas de MOF, con una distribución relativamente uniforme, aunque se observó una posible variabilidad en la cantidad de capas en ciertas áreas. Este resultado resalta la importancia de considerar cuidadosamente los procesos de deposición para garantizar la uniformidad y calidad de las películas delgadas resultantes.

Esta práctica de química a nivel universitario permitió a los alumnos desarrollar habilidades prácticas en el manejo de equipos y técnicas especializadas. Además, al aplicar conocimientos teóricos en un contexto real, contribuyó a consolidar su comprensión de la química del estado sólido y despertó su interés en el área de materiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Claudio-Rizo, J. A., Cano Salazar, L. F., Flores-Guia, T. E., & Cabrera-Munguia, D. A. (2020). Estructuras metal-orgánicas (mofs) nanoestructuradas para la Liberación Controlada de fármacos. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria En Nanociencias y Nanotecnología, 14*(26), 1e-29e. https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2021.26.69634

Duan, T.-W., Yan, B. (2014). Hybrids based on lanthanide ions activated yttrium metal–organic frameworks: Functional Assembly, polymer film preparation and Luminescence Tuning. *J. Mater. Chem. C*, *2*(26), 5098–5104. https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/tc/c4tc00414k

Gomez, G. E., dos Santos Afonso, M., Baldoni, H. A., Roncaroli, F., & Soler-Illia, G. J. (2019). Luminescent lanthanide metal organic frameworks as chemosensing platforms towards agrochemicals and cations. *Sensors*, *19*(5), 1260-1276. https://www.mdpi.com/1424-8220/19/5/1260

ISBN 978-987-47159-9-9

Gomez, G. E., Roncaroli, F. (2020). Photofunctional metal-organic framework thin films for sensing, catalysis and device fabrication. *Inorganica Chimica Acta*, 513, 119926. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020169320311269

Jiang, H.-L., Tsumori, N., Qiang, Xu. (2010). A series of (6,6)-connected porous lanthanide–organic framework enantiomers with high thermostability and exposed metal sites: Scalable Syntheses, structures, and sorption properties. *Inorganic Chemistry*, *49*(21), 10001–10006. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ic101294s

Jiang, C., Wang, X., Ouyang, Y., Lu, K., Jiang, W., Xu, H., Wei, X., Wang, Z., Dai, F., & Sun, D. (2022). Recent advances in metal–organic frameworks for gas adsorption/separation. *Nanoscale Advances*, *4*(9), 2077–2089. https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S2516023023022104

Moosavi, S.M., Nandy, A., Jablonka, K.M. (2020). Understanding the diversity of the metal-organic framework ecosystem. *Nat Commun.,* 11, 4068 (2020). https://www.nature.com/articles/s41467-020-17755-8

Rosi, N. L., Kim J., Eddaoudi M., Chen B., O'Keeffe M., Yaghi O. M. (2005). Rod Packings and Metal-Organic Frameworks Constructed from Rod-Shaped Secondary Building Units. *J. Am. Chem. Soc*., 127, 1504-1518. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ja045123o

Stavila, V., Talin, A. A., & Allendorf, M. D. (2014). MOF-based electronic and opto-electronic devices. *Chem. Soc. Rev*., *43*(16), 5994–6010. https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/cs/c4cs00096j

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1EGAcGRATNFGEMaevBfnerIWcwTjzrEID/view

ISBN 978-987-47159-9-9

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO: DETERMINACIÓN DE PRESENCIA DE SALES EN SEMILLAS DE ATRIPLEX LAMPA (ZAMPA)

Micaela Sánchez

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa)
micaela.sanchez@fain.uncoma.edu.ar

Miria Baschini

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa)
baschinimiriat@fain.uncoma.edu.ar

Victoria Sánchez

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue (UNComa)
victoria.sanchez@fain.uncoma.edu.ar

Resumen

El estudio del arbusto Atriplex lampa, conocido como zampa, permite abordar conceptos, enfocados desde la química ambiental. Este arbusto es una especie herbácea que tiene la particularidad de crecer en zonas limitadas en presencia de agua y es utilizado como forraje para el ganado caprino en la zona del Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Se propone una actividad de laboratorio en la cual se logre por un lado la identificación de esta planta y por otro determinar el contenido y tipo de sales que se encuentran en las semillas de zampa. Esta determinación se realizará en forma cualitativa, mediante reacciones de precipitación de iones, y cuantitativa, a partir de la medición de conductividad eléctrica. Los resultados obtenidos con este trabajo permitieron a los estudiantes trabajar conceptos de química con una temática ambiental en relación con la función del contenido de sal en arbustos de la región.

Palabras clave: *zampa; conductividad; sales; soluciones; Química Ambiental.*

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo práctico fue diseñado para trabajar en la materia optativa “Química Ambiental” del profesorado de química de la Universidad Nacional del Comahue, aunque también se realizó con estudiantes de la facultad de Ciencias Agrarias.

Atriplex lampa, mejor conocida como “Zampa” o “Yerba del Diablo” (FIGURA 1), se extiende desde la provincia de Tucumán hasta la provincia de Santa Cruz y en la Cordillera de los Andes se detecta hasta los 2500 metros sobre el nivel del mar. Es una planta arbustiva, forrajera de follaje perenne que mide entre 0,5 y 2,5 metros. Sus hojas son tiernas, miden entre 10 y 30 mm y se caracteriza por ser una especie siempre verde que tiene propiedades nutricionales gracias a su contenido proteico (Passera, Cavagnaro & Sartor, 2010); presenta la capacidad de crecer en suelos con elevada salinidad, ya que acumula las sales en sus hojas y semillas (Sapoznikow, Reeves, Degorgue, Sessa, & de la Reta, s.f.). Las sales de las semillas inhiben la germinación, con lo cual solo pueden hacerlo en épocas de lluvia donde el agua solubiliza las sales y garantiza la germinación en condiciones apropiadas.

Se define a los suelos salinos a aquellos que contienen elevadas cantidades de sales más solubles que el yeso, lo que puede interferir en el crecimiento cultivos y plantas que sean sensibles. El parámetro para considerar que un suelo es salino, corresponde a un valor de Conductividad Eléctrica (CE) superior a 4 dS/m a 25°C de una suspensión del suelo (Conti & Giuffré, 2019).

En el suelo, la cobertura de la zampa incrementa considerablemente la permeabilidad y el drenaje en la superficie, permitiendo la reconstitución del tapiz herbáceo. Es ideal para la fijación de médanos y muy

ISBN 978-987-47159-9-9

recomendable para utilizar en proyectos de recuperación de áreas del Monte. Su color gris característico es debido a la presencia de una gran cantidad de pelos epidérmicos que acumulan sales provenientes del suelo. Produce una enorme cantidad de frutos que contienen semillas con alto poder germinativo, tienen la capacidad de establecerse aún bajo condiciones de déficit hídrico. Se trata de una planta nativa de la región patagónica ya que se adapta a las condiciones climáticas y de suelos salinos (Klich, Peralta, Torres, Ibañe, Neira & Fernández, 2018).



FIGURA 1. *Arbustos de Zampa en la meseta de Neuquén. Imágenes propias.*

La determinación de parámetros físico- químicos, como el pH y la conductividad, permiten inferir acerca del tipo de sustancia y su comportamiento en una solución acuosa. En este sentido, cuando la cantidad de sales es elevada, la presencia de numerosos iones se refleja en los altos valores de conductividad eléctrica. Es posible determinar una curva de calibrado a partir de la medición de conductividad de soluciones salinas de diferentes concentraciones. Conociendo que la conductividad del agua destilada presenta un valor menor a 3 µS/cm y a partir de curvas de calibrado, como se muestra en la FIGURA 2, podemos determinar de forma indirecta la concentración de sales a partir de las medidas de conductividad del sistema.

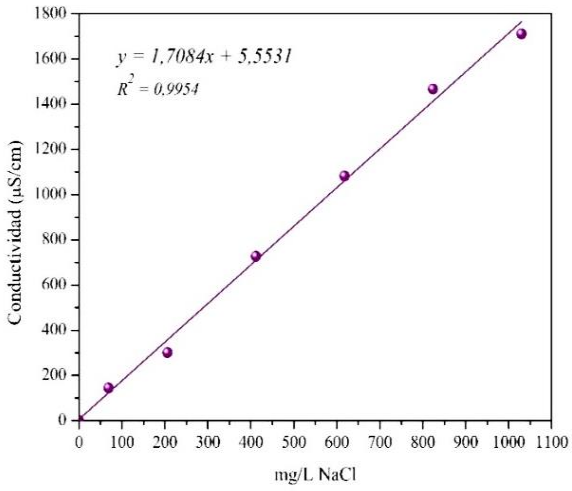


FIGURA 2. *Curva de calibrado de conductividad en función de la concentración de NaCl*

Existen en la naturaleza sales que poseen diferente comportamiento en solución acuosa. Algunas dan lugar a soluciones ácidas, por ejemplo, el NH_4Cl, básicas, como el $CaCO_3$ y neutras, NaCl. Es por ello que la medida de pH en sí misma también puede dar un indicio del tipo de sal presente en el sistema.

Finalmente existen ensayos cualitativos que permiten identificar la presencia de iones específicos a partir de reacciones de precipitación, para lo cual, es importante conocer los fundamentos del producto de solubilidad (Kps). Los cloruros se reconocen mediante la reacción con nitrato de plata ($AgNO_3$), según la siguiente reacción:

$$Cl^-_{(ac)} + AgNO_{3\,(ac)} \rightarrow AgCl_{(s)}\downarrow + NO_3^-{}_{(ac)}$$

ISBN 978-987-47159-9-9

La presencia de sulfatos se identifica por una precipitación observable de color blanco al utilizar cloruro de bario ($BaCl_2$):

$$BaCl_{2\,(ac)} + SO_4^{2-}{}_{(ac)} \rightarrow BaSO_{4\,(s)}\downarrow + 2Cl^-_{(ac)}$$

2. OBJETIVOS

- Identificar las plantas de zampa
- Evaluar la presencia de sales en semillas de zampa a partir de ensayos cuali y cuantitativos poniendo a prueba los conocimientos adquiridos en química.

3. METODOLOGÍA

Para llevar adelante la actividad de laboratorio, en primer lugar, se realizó una salida por el predio de la universidad con los estudiantes para identificar la planta de zampa y poder recolectar las semillas. Una vez obtenidas las semillas nos dirigimos al laboratorio para iniciar la actividad experimental como se muestra en la FIGURA 3.

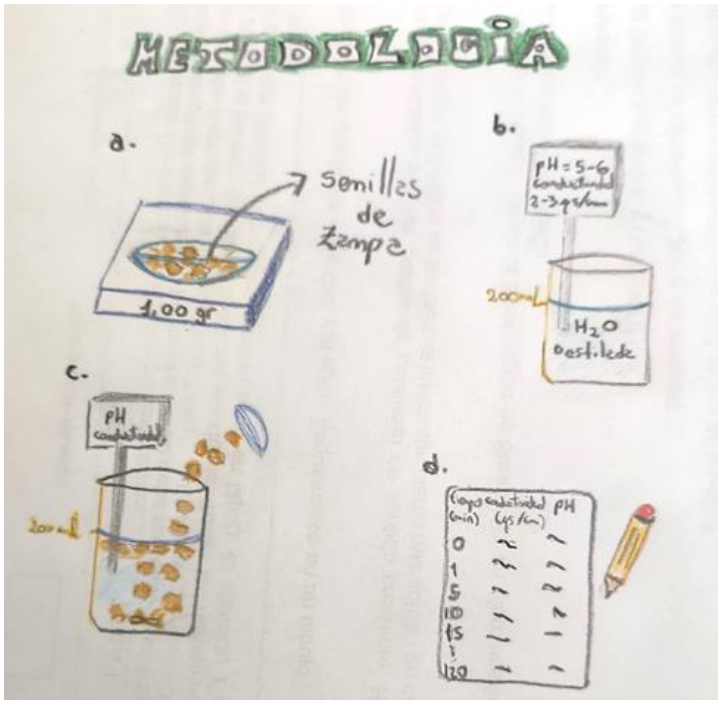


FIGURA 3. *Esquema del procedimiento de laboratorio.*

A continuación, se detalla el procedimiento esquematizado en la FIGURA 3:

a.- En un vidrio reloj pesar 1 gramo de semillas de Zampa

b.- En un vaso de precipitado de 250 mL, colocar 200 mL de agua destilada y medir el pH y la conductividad eléctrica.

c.- Adicionar las semillas de zampa al agua destilada y una vez que entran en contacto, medir el pH y la conductividad. Luego, medir en intervalos de 5 minutos en un principio y 10 minutos luego, hasta completar los 120 minutos.

d.- Registrar los datos obtenidos en una tabla. Estos datos se utilizan para realizar una curva de Conductividad (uS/cm) en función del tiempo (minutos).

Concluido el tiempo de experimentación se procedió a realizar el ensayo cualitativo a partir del sobrenadante, para la determinación de cloruros y sulfatos. Para ello, se colocaron en sendos tubos de ensayo,

ISBN 978-987-47159-9-9

3 mL del sobrenadante y se adicionaron 3 gotas de solución 0,1 M de $AgNO_3$ y $BaCl_2$ respectivamente, y se registró lo observado en cada caso. Para finalizar, se determinó la concentración de NaCl haciendo uso de la curva de calibrado de la FIGURA 2.

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo permite poner en valor una de las especies nativas presentes en nuestra región, La Zampa. La medición de parámetros como pH y conductividad permitieron inferir la presencia de sales y su comportamiento en solución acuosa. La curva de calibrado sirve como herramienta para estimar la concentración de NaCl en la solución y por cantidad de semillas. El principio de solubilidad, a través de reacciones de precipitación, permite determinar la presencia de iones como Cl^- (positivo= precipitado de color blando) y sulfatos (negativo: no hay presencia de estos iones o su concentración se encuentra por debajo del valor de solubilidad).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Conti, E., Giuffré, L. (2019). *Edafología: Bases y aplicaciones Ambientales Argentinas*. 2da Ed. Editorial Facultad de Agronomía. UBA.

Klich, M. G., Peralta, P., Torres, J. M., Ibañez, R., Neira, D., & Fernández, O. (2018, May). Composición del pastizal espontáneo e identificación de las principales especies forrajeras en un campo ganadero del Valle Medio (Patagonia Norte, Argentina). In *XXVI Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal y V Simposio Internacional de Producción Animal*. https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6155

Passera, C., Cavagnaro, B., & Sartor, C. (2010). Plantas C3, C4 y CAM nativas del monte árido argentino. Adaptaciones y potencial biológico. En J. González Rebollar, & A. Chueca Sacho, C4 y CAM. *Características generales y uso en programas de desarrollo de tierras áridas y semiáridas* (pp. 165-176). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones científicas. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/109557

Sanchez, M. A. (2017). Estrategias didácticas para promover el aprendizaje significativo de la química, a partir del estudio de materiales naturales: *Jornadas de Investigación, Extensión y Posgrado, Universidad Nacional del Comahue*. Neuquén, Argentina

Sapoznikow, A., Reeves, C., Degorgue, G., Sessa, G., & de la Reta, M. (s.f.). Flora de la estepa. Chubut: Fundación Patagonia Natural. https://patagonianatural.org.ar/wp-content/uploads/2021/04/Flora_de_la_Estepa.pdf

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1g8SY0CGLoxRvkJrNandnjM3sTnoDHOIJ/view

ISBN 978-987-47159-9-9

DESARROLLO DE CAPACIDADES EN QUÍMICA GENERAL

Marcela Rodríguez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Mendoza, Argentina
marcela.rodriguez.aghem@gmail.com

Susana Otoya Bet

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Mendoza, Argentina
sotoyabet@gmail.com

Antonella Albornoz

Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Mendoza, Mendoza, Argentina
anto_c8@hotmail.com,

Viviana Brusadín

Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Mendoza, Mendoza, Argentina
vivianabrusadin@gmail.com

Resumen

La planificación de Química General en las carreras de ingeniería evoluciona hacia el aprendizaje por competencias. Según este diseño, los estudiantes de Química General deben adquirir capacidades como la conceptualización, la resolución de problemas, la comunicación y el desempeño efectivo en los equipos de trabajo. Se espera que los estudiantes, futuros ingenieros, adquieran capacidades como la de argumentar y comunicar eficazmente sus conocimientos a audiencias concretas. Para lograrlo, es necesario que desarrollen sus capacidades cognitivas y lingüísticas, deben pensar, hacer y comunicar de manera coherente, por lo que necesitan coordinar las representaciones semióticas de las situaciones experimentales en las que están interviniendo. Teniendo en cuenta estas premisas, se realizó un estudio de base cualitativo – cuantitativo para determinar el nivel alcanzado por los estudiantes en la coordinación de las representaciones semióticas del objeto de aprendizaje cambio químico, con sus tres niveles de representación: macroscópico, submicroscópico y simbólico, analizando paralelamente las habilidades adquiridas en la actividad de laboratorio correspondiente a ese objeto de aprendizaje. Dicho estudio tiene como finalidad optimizar la transición hacia la enseñanza por competencias, diseñando una secuencia didáctica centrada en la diversidad de los sistemas de representación y en sus traducciones mutuas para favorecer su coordinación.

Palabras clave: *competencias; capacidades; macroscópico; submicroscópico; química.*

1. INTRODUCCIÓN

Para promover las Competencias Genéricas Tecnológicas en Ingeniería, se enuncian capacidades como las de formulación clara y precisa, generación de informes documentados y comunicación efectiva de soluciones. En cuanto a las Competencias Genéricas, Sociales, Políticas y Actitudinales, la Competencia “desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo” involucra capacidad de proponer, escuchar, aceptar, expresarse con claridad, socializar ideas, analizar y proponer alternativas de resolución identificando áreas de acuerdo y desacuerdo y, de negociar para alcanzar consensos, debatir efectuando intervenciones y tomar decisiones que integren distintos puntos de vista.

Desde Química General, se espera que los estudiantes, futuros ingenieros, adquieran capacidades como la de argumentar y comunicar eficazmente sus conocimientos a audiencias concretas, que puedan tener opiniones fundamentadas y participar en los temas que se discuten en su profesión. Para lograrlo, es necesario

ISBN 978-987-47159-9-9

que desarrollen sus capacidades cognitivas y lingüísticas, deben pensar, hacer y comunicar de manera coherente, por lo que necesitan coordinar las representaciones semióticas de las situaciones experimentales en las que están interviniendo.

El nuevo diseño curricular con un Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE) promueve una secuencia didáctica tendiente a lograr esas capacidades.

Química es una ciencia empírica en la que la capacidad de conceptualización está ligada a la coordinación de los sistemas semióticos sobre un objeto de aprendizaje, pero además requiere de actividades de laboratorio para lograr habilidades como la indagación, la organización, la comunicación efectiva, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y propiciar actitudes como curiosidad, interés, toma de riesgos, objetividad, precisión satisfacción, responsabilidad, consenso, colaboración y gusto por la ciencia.

Este trabajo tiene como finalidad investigar el nivel de competencias logradas por los estudiantes en un estudio base, para optimizar la transición hacia la enseñanza por competencias, diseñando una secuencia didáctica centrada en la diversidad de los sistemas de representación y en sus traducciones mutuas para favorecer su coordinación, en un contexto empírico, fomentando las capacidades tecnológicas y sociales.

La implementación de la enseñanza por competencias en la UTN, Facultad Regional Mendoza comenzó en el 2024, por eso desde la cátedra se realizó el estudio base previo a la implementación, para analizar los niveles de las capacidades logradas por los estudiantes.

En la didáctica de la química, se considera como un indicador del nivel alcanzado por los estudiantes, la coordinación de los lenguajes, los experimentos y las representaciones en un proceso de 'modelación' cuyo resultado sea el conocimiento químico competente.

Según Johnstone (2006), en química es necesario diferenciar tres niveles de pensamiento: el nivel macroscópico, el submicroscópico y el simbólico. Según este autor las dificultades en el aprendizaje de la química que mostraban muchos alumnos eran atribuibles al intento de integrar a la vez los tres dominios –macroscópico, submicroscópico y simbólico–, con la complejidad que esto entrañaba.

Se realizará un análisis del nivel alcanzado por los estudiantes en esos tres dominios.

2. DESARROLLO

Es necesario contar con un diagnóstico que permita fijar hipótesis de investigación. Para ello, en el presente trabajo, se hace un estudio comparando la producción de los estudiantes, evaluando el nivel alcanzado en los dominios macroscópico, submicroscópico y simbólico, que determinarán la capacidad de argumentación y comunicación del tema Reacciones Químicas.

El análisis es cuantitativo y cualitativo-descriptivo bajo el método de estudio de casos, lo que permitió recolectar evidencia empírica relacionada con el nivel de coordinación entre los diferentes sistemas de representación del tema Reacciones Químicas.

3. METODOLOGÍA

Para este trabajo se analizó las producciones escritas de los estudiantes que respondían a una de las preguntas de la Segunda Evaluación parcial, en la que se preguntaba respecto a las representaciones semióticas del objeto de aprendizaje Reacciones Químicas.

Se analizó el desempeño de los estudiantes con el objetivo de determinar en qué medida se logran las capacidades argumentar y comunicar, con relación a ese concepto. Se establecieron los indicadores de logro de la capacidad y se midió el nivel alcanzado por cada estudiante en forma cuali- cuantitativa. La medición se realizó a la mitad del cursado, por lo que el nivel alcanzado no es el mayor de cada estudiante, a un grupo de 82 alumnos de primer año de Ingeniería Civil y electromecánica correspondiente al año 2023. Dicha evaluación fue tomada luego que se desarrolló una secuencia didáctica tradicional, por contenidos, con algunas actividades de ACE.

La pregunta estaba dividida en tres partes, la primera se refería a la representación simbólica del proceso químico, con las fórmulas de los compuestos, las ecuaciones químicas correctamente balanceadas y los estados de agregación. La segunda parte implicaba la descripción observable de las reacciones químicas que

ISBN 978-987-47159-9-9

habían ocurrido en una experiencia en laboratorio, los estudiantes debían explicar el procedimiento con el lenguaje científico apropiado y detallar los materiales de laboratorio utilizados. Y, la tercera parte consistía en justificar el fenómeno observable a partir del modelo submicroscópico, interpretando enlaces y fuerzas intermoleculares.

Las preguntas eras las siguientes:

TEMA 1
(20 p) En el laboratorio se obtuvo dióxido de azufre y ácido sulfuroso.
Escriba las ecuaciones químicas correspondientes.
Describa el experimento y los materiales de laboratorio utilizados.
¿El dióxido de azufre es un óxido iónico o covalente? Justifique a partir de alguna propiedad que observó del compuesto obtenido.

TEMA 2
(20 p) En el laboratorio se obtuvo óxido de magnesio e hidróxido de magnesio.
Escriba las ecuaciones químicas correspondientes.
Describa el experimento y los materiales de laboratorio utilizados.
¿El óxido de magnesio es un óxido iónico o covalente? Justifique a partir de alguna propiedad que observó del compuesto obtenido.

Respecto a la primera parte de la pregunta, se esperaba que realizaran una representación simbólica de las reacciones químicas ocurridas, con la fórmula correcta de los compuestos obtenidos, los estados de agregación, y el balanceo para cumplir con el principio de conservación de la materia.

En cuanto a la segunda parte de la pregunta, se esperaba que describieran el experimento utilizando el lenguaje científico adecuado, identificando reactivos y productos, la energía emitida en forma de luz y calor, los productos con sus correspondientes estados de agregación, es decir, lo observable de las reacciones químicas, que se comunicaran sin errores de redacción ni ortografía y que además utilizaran los nombres técnicos del material de laboratorio utilizado.

Respecto a la tercera parte de la pregunta, se esperaba que explicaran el experimento según el modelo actual de los enlaces químicos y las fuerzas intermoleculares, vinculándolas con las propiedades observables.

Para analizar el nivel de capacidad alcanzado, se construyó una tabla en la que se muestran los indicadores de logro.

TABLA I. *Indicadores de logro de la competencia argumentar y comunicar.*

Análisis del nivel alcanzado de la competencia argumentar y comunicar aplicado al tema Reacciones Químicas			
Tipo de representación del proceso químico	*Características de la representación*	*Indicadores del nivel alcanzado.*	*Dificultades más comunes*
Representación Macroscópica	Representación y descripción de la realidad observable. Se caracteriza por explicar que sucede y hasta cuando sucede.	Reconocer la formación de productos a partir de una mezcla y reacción química entre reactivos por cambios visibles de color, temperatura, formación de gases, de precipitados. Identificación de los productos formados por las propiedades observables (estado de agregación, conductividad, etc.)	Confundir sustancia pura con mezclas. Confundir el cambio químico con un cambio de estado o un proceso de disolución. No identificar el cambio que ocurre (ej: cuando se forma un gas se observa un burbujeo). Explicar los fenómenos basados en intuiciones y no en conceptos científicos.

ISBN 978-987-47159-9-9

Continuación TABLA I			
Tipo de representación del proceso químico	*Características de la representación*	*Indicadores del nivel alcanzado.*	*Dificultades más comunes*
Representación Microscópica	Representación e interpretación de procesos mediante partículas submicroscópicas como átomos y moléculas. Explica el proceso químico observable a través de modelos atómicos y de enlaces químicos.	Explicar las propiedades observables de los compuestos mediante las teorías de enlaces. Fundamentar la ocurrencia de la reacción química por transferencia de electrones. Reconocer las partículas fundamentales de los elementos y compuestos como átomos, iones o moléculas.	No poder relacionar las propiedades observables de los productos de la reacción con el tipo de enlace formado y con las fuerzas intermoleculares. No relacionar los tipos de compuestos formados con las propiedades periódicas de los elementos. Atribuir a las partículas propiedades de las sustancias.
Representación Simbólica	Describe el proceso químico mediante ecuaciones balanceadas que incluyen fórmulas químicas y símbolos. Utiliza correctamente los estados de agregación de las sustancias, identifica sustancias puras y soluciones.	Describe el proceso químico mediante ecuaciones químicas con sus correspondientes estados de agregación.	Desconocer el significado de lo que es un esquema de reacción o ecuación química en las que se simbolizan los átomos y moléculas o los elementos y compuestos. No relacionar el experimento químico con la ecuación que lo representa.

4. RESULTADOS

Se realizó un análisis cuali-cuantitativo de 82 evaluaciones correspondientes a alumnos de primer año de ingeniería Civil y electromecánica, para examinar el nivel alcanzado de la competencia argumentar y comunicar, desglosando según los niveles alcanzados:

4.1. Primera parte: Escriba las ecuaciones químicas correspondientes, Puntaje total 6p (Representación simbólica).

TABLA II. *Representación simbólica.*

Respuesta de los estudiantes a ***Escriba las ecuaciones***	*Cantidad de alumnos que escriben según esas condiciones*	*Cantidad total de alumnos*	*Porcentaje*
Escribe correctamente las ecuaciones	20	82	24,4
Escribe las ecuaciones sin estados de agregación	5	82	6,1
Escribe las ecuaciones con errores de balanceo	0	82	0
Escribe solo la primera ecuación sin errores, pero sin estado de agregación.	5	82	6,1
Escribe solo la primera ecuación con errores de balanceo.	4	82	4,88
Escribe las ecuaciones con errores de fórmula de compuestos.	8	82	9,76
Escribe la primera ecuación bien, la segunda con errores de fórmula y de balanceo	10	82	12,2
No escribe las ecuaciones	30	82	36,6
Total, de estudiantes	82		100

ISBN 978-987-47159-9-9

4.2. Segunda parte: Describa el experimento y los materiales de laboratorio utilizados (7p).

Tabla III. *Descripción de la actividad realizada en el laboratorio.*

Respuesta de los estudiantes a ***Describa el experimento y los materiales de laboratorio utilizados (7p)***	*Cantidad de alumnos que escriben según esas condiciones*	*Cantidad total de alumnos*	*Porcentaje*
No responde	32	82	39
Describe el experimento y los materiales utilizados con algunos errores (Como confundir fusión con reacción química). No menciona los productos formados.	9	82	11
Describe el experimento y los materiales utilizados con algunos errores (Como confundir fusión con reacción química). No menciona los productos formados. Posee errores de ortografía	5	82	6,1
Describe correctamente el experimento y los materiales utilizados.	24	82	29,3
Describe de forma incorrecta el experimento.	12	82	14,6
TOTAL	82		100

4.3. Pregunta 3: Relación entre propiedades macroscópicas y modelo submicroscópico (6p).

¿El dióxido de azufre/ óxido de magnesio es un óxido iónico o covalente? Justifique a partir de alguna propiedad que observó del compuesto obtenido.

Tabla IV. *Descripción del modelo submicroscópico.*

Respuesta de los estudiantes a ¿El dióxido de azufre es un óxido iónico o covalente? Justifique a partir de alguna propiedad que observó del compuesto obtenido	*Cantidad de alumnos que escriben según esas condiciones*	*Cantidad total de alumnos*	*Porcentaje*
No responde	19	82	23,2
Responde correctamente si es un compuesto covalente o iónico, pero no lo relaciona con las propiedades observables.	20	82	24,4
Responde de manera incorrecta, confunde propiedades de compuestos iónicos y covalentes	8	82	9,76
Responde de manera incorrecta, no explica correctamente propiedades periódicas	6	82	7,32
Responde de forma incorrecta, confunde compuestos con átomos.	3	82	3,66
Responde correctamente.	20	82	24,4
Responde correctamente si es un compuesto covalente o iónico, pero lo relaciona incorrectamente con las propiedades observables.	6	82	7,32
TOTAL	82		100

Se observa que un porcentaje elevado de estudiantes no puede escribir las ecuaciones (36,6%). Respecto a la descripción del experimento, también existe un porcentaje elevado que no puede responder (39%, TABLA III) y respecto a la clasificación del enlace, no responde un 23,2% (TABLA IV).

De acuerdo con Sardá-Jorge y Sanmartí-Puig (2000), es común encontrar en los estudiantes dificultades para la ordenación de ideas y construcción de un texto de carácter científico, tienden a utilizar un lenguaje coloquial y no los términos adecuados de uso científico; esto puede deberse a dos razones, una a las dificultades desde la parte conceptual y la otra podría ser de orden lingüístico.

Es importante tener en cuenta que el desarrollo cognitivo de los estudiantes influye en los resultados, ya que un elevado porcentaje de los temas de química requieren que los sujetos se encuentren operando en

ISBN 978-987-47159-9-9

una fase operativa formal debido al carácter altamente simbólico de la disciplina, y al hecho de que ha de operar en diferentes niveles de interpretación; macro, simbólico y micro (Johnstone, 2006). También es importante tener en cuenta las destrezas matemáticas de los estudiantes. Aquellos que presentan debilidades matemáticas consideran los temas de química más difíciles que aquellos que dicen dominarlas. Se ha reportado que los alumnos sienten 'quedar fuera de la ciencia debido a su naturaleza abstracta y de alto contenido matemático'.

Es necesario que los estudiantes mejoren su capacidad de expresar sus ideas coherentemente tanto en forma oral como escrita, que los lleve a construir argumentos bien estructurados y significativos, lo que necesariamente se verá reflejado en su evolución conceptual en relación con las ciencias. Los profesores deben procurar que lo que se enseña se aprenda de manera significativa, para que se pueda aplicar y ello permita continuar aprendiendo. Esta nueva orientación de los currículos, tanto de la enseñanza básica como de la universitaria, obliga a buscar estrategias para lograr estos objetivos.

Un diseño pedagógico que es adecuado para el APC es la modelización en Química.

La propuesta de Merino-Rubilar e Izquierdo-Aymerich (2011) consiste en seleccionar algunos fenómenos concretos escogidos cuidadosamente y presentarlos a los alumnos como problemas abiertos que proporcionan el contexto y la oportunidad para introducir las ideas químicas fundamentales, gracias a las cuales el problema toma sentido, se resuelve y puede relacionarse con otros problemas significativos para la química. Es decir, 'modelizamos el fenómeno':1 lo 'colonizamos' al aplicarle las ideas químicas (las leyes del cambio químico) y al representarlo, en la medida de lo posible, mediante la teoría atómica que permitirá llegar a introducir el lenguaje de fórmulas, imprescindible para comunicar 'lo que pasa' cuando se produce un cambio químico. Con ello, un cambio 'natural' se transforma en un cambio químico, que será un ejemplo para identificar otros similares.

El diseño de la propuesta requiere identificar 'hechos idealizables', que consiste en ir relacionando los conocimientos que proponen los currículos de manera que puedan estar contenidos en el mínimo número de ideas posible. Estas ideas, básicas, simples y fundamentales con un gran poder explicativo puesto que se aplican a muchos fenómenos, se han de presentar de manera concreta: mediante un fenómeno igualmente básico y fundamental, que los alumnos modelizarán al intervenir en él guiándose por las preguntas: ¿Qué tengo? ¿Qué hago? ¿Qué pasa? ¿Por qué pasa? ¿Hasta cuándo pasa? Todos los fenómenos que llegarán a ser Modelos de Cambio Químico, han de compartir las siguientes 'reglas del juego' que van caracterizando lo que es el cambio químico: a) Unas sustancias desaparecen y aparecen otras. b) Se conservan los elementos. La masa se conserva (en los átomos, que incluyen electrones). c) Las sustancias reaccionan en proporciones fijas (en las ecuaciones). d) La energía se conserva (en los enlaces). e) El cambio se puede representar mediante átomos y enlaces.

5. CONCLUSIONES

Se observa que los niveles de competencias logrados son bajos y que es necesario un cambio en el diseño de las actividades didácticas. Un diseño adecuado podría ser la modelización en química y el nuevo enfoque por competencias se adapta al diseño de estas actividades.

Es evidente la necesidad de trabajar la argumentación y la comunicación en ciencias para que los estudiantes puedan expresar sus ideas coherentemente tanto en forma oral como escrita, que los lleve a construir argumentos bien estructurados y significativos, lo que necesariamente se verá reflejado en su evolución conceptual con relación a las ciencias.

Potenciar la capacidad argumentativa no es tarea de un día ni de un par de actividades aisladas, sino que requiere de una planificación gradual, a largo plazo, con objetivos pautados según su dificultad para ser conseguidos.

Desde la cátedra se considera que la modelización en Química es una estrategia didáctica muy adecuada para lograr que los estudiantes lleguen a niveles adecuados de competencias en la primera etapa de la universidad.

Por último, cabe destacar que la estrategia de modelización debe darse en conjunto con otras ciencias como la matemática. En particular, en el área de la química, comprender su lenguaje implica que los estudiantes manejen tanto el vocabulario químico como los conceptos matemáticos necesarios. Si no tienen claridad en

estos aspectos, pueden enfrentar limitaciones al resolver problemas químicos. En otras palabras, al lograr esta integración, los estudiantes estarán mejor preparados para abordar con éxito los desafíos de la química y comprender su relevancia en el mundo real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Johnstone, A. (2006): Chemistry education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice, 7*(2), 49-63. https://www.researchgate.net/publication/255576309_Chemical_education_research_in_Glasgow_in_perspective

Merino Rubilar, C.; Izquierdo i Aymerich, M. (2011). Aportes a la modelización según el cambio químico. *Educación Química 22*(3), 212-223. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2011000300006&script=sci_abstract

Sardá Jorge, A.; Sanmartí Puig. N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, *18*(3) 405-422. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=95013

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1ue2MjSL7-aInSVIKKBk2gR0xcE6Lq0Qy/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 4: Formación Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica – B4.29

QUIMICA, SALUD Y AMBIENTE COMO EJES TRANSVERSALES EN EL ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE LOS PROTECTORES SOLARES.

Jésica Lourdes Guaymás

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
guaymasjesi@gmail.com

Sandra A. Hernández

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
sandra.hernandez@uns.edu.ar

Resumen

La creciente conciencia de los riesgos asociados con la exposición de la piel a la radiación ultravioleta (UVA y UVB), ha llevado a un mayor uso de protectores solares, lo que representa la introducción de nuevos compuestos químicos en el ambiente marino. Uno de los principales debates se vincula con el daño que los filtros solares causan en los ecosistemas marinos, aún en bajas concentraciones. A partir de la necesidad e importancia de formar ciudadanos comprometidos con el cuidado y el respeto por el medio que nos rodea, surge el presente trabajo fundamentado en una secuencia didáctica para aplicar en 6to año del nivel de educación secundaria, en la materia Ambiente, Desarrollo y Sociedad (orientación Ciencias Naturales) basado en el análisis de productos utilizados y artículos referidos a la problemática planteada. Se espera que el estudiantado sea capaz de analizar críticamente la situación, caracterizar las sustancias potencialmente tóxicas y aportar posibles soluciones para mitigar el efecto de los protectores solares en la salud y el ambiente.

Palabras clave: *protectores solares; salud; contaminación marina; educación ambiental; problemática ambiental.*

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se incrementó la información sobre los impactos que causan las sustancias liberadas en los océanos. Se estima que aproximadamente 14.000 toneladas de protector solar son recibidas por los arrecifes de coral en el mundo cada año, los cuales contienen sustancias químicas que los dañan, como la oxibenzona y el octinoxato (Montero-Cordero, 2019).

Junto con el aumento de actividades de ocio y turismo en zonas costeras y de playa se da también un incremento en la preocupación de la población por la salud en relación a los efectos que ocasionan la exposición a la radiación solar UV sobre la piel (quemaduras, manchas solares, cáncer de piel, etc.). Por tal motivo, en las últimas décadas, el consumo y uso de protectores solares ha sufrido un crecimiento exponencial en varias partes del mundo.

Se estima que se desprende alrededor de un 25% de la dosis del protector solar aplicado durante las actividades de ocio recreativo y en las playas (Rodríguez-Jiménez y Ramírez, 2022), trayendo como consecuencias graves impactos en los ecosistemas marinos y de agua dulce, como la bioacumulación de oxibenzona y octilmetoxicinamato, responsables de alteraciones en el medio y de trastornos hormonales y reproductivos en las especies, como las barreras de coral que se ven especialmente afectadas.

Según un estudio del Programa de la ONU para el Medioambiente y de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), casi el 80% de los corales del Caribe ha desaparecido en los últimos 50 años Crespo Garay, 2022). Al respecto, Rodríguez-Jiménez y Ramírez (2022) manifiestan que, a pesar de los efectos perniciosos de las cremas solares sobre la flora, la fauna y los ecosistemas, este tipo de contaminación

ISBN 978-987-47159-9-9

puede considerarse emergente, teniendo en cuenta que no ha comenzado a estudiarse de forma generalizada hasta la última década.

Desde el punto de vista químico, los protectores solares están compuestos por filtros inorgánicos, como el TiO_2 y el ZnO, que reflejan y dispersan la radiación ultravioleta y/o filtros químicos orgánicos que absorben estas radiaciones (ej. benzofenonas, cinamatos, etc.). Estos filtros contienen además ingredientes como conservantes, agentes colorantes y fragancias, entre otros. Dentro de los compuestos orgánicos comúnmente utilizados en productos cosméticos y protectores solares, está la oxibenzona. También conocida como BP-3 o BZ-3, la oxibenzona es un derivado de la benzofenona con la capacidad de absorber los rayos ultravioletas UV-A (Montero-Cordero, 2019).

Las interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA) representan una oportunidad para abordar la Educación para el Desarrollo Sostenible en todos los niveles educativos (Reverte, Calero y Vilches, 2023).

La participación ciudadana en la toma de decisiones, como mencionaban Solbes y Vilches (2004) hace ya dos décadas, "... reclama un mínimo de formación científica que haga posible la comprensión de los problemas y de las opciones, la necesidad de un planteamiento global que evalúe los riesgos y contemple las posibles consecuencias a medio y largo plazo" (p. 339).

El estudio presentado en esta comunicación surge como continuación a la investigación sobre el tema "Educación Ambiental Integral. Aportes desde el enfoque STEAM", realizado por una estudiante avanzada del Profesorado en Química de la Universidad Nacional del Sur, en el marco de una beca de estímulo a las vocaciones científicas EVC-CIN finalizada en 2023. Actualmente se estudia la educación Ambiental Integral como eje transversal a poder trabajarla en distintos niveles educativos, intentando generar aportes desde el enfoque CTSA, poniendo énfasis en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Naciones Unidas, 2015) de manera de contribuir a la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS). Se abordan contenidos de química y su importancia en la salud y el ambiente, a partir del estudio de la composición de los protectores solares.

Entre los objetivos del proyecto en el cual se inscribe el plan de trabajo, se propone promover la investigación en los estudiantes de formación docente, incentivar la actitud crítica y observadora frente a la incorporación de nuevos conceptos científicos y favorecer el desarrollo integral del estudiante en los diferentes ámbitos que constituyen su vida personal y su futuro laboral promoviendo el trabajo interdisciplinar.

2. DESARROLLO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA A PARTIR DEL ODS 14

Tomando como referencia la Ley de Educación Ambiental Integral (Ley 27621), que rige en nuestro país desde el 3 de junio de 2021, junto con el Objetivo de Desarrollo Sostenible Nº14 (meta 1) (Naciones Unidas, 2015), vinculado a la conservación y utilización de manera sostenible de los océanos, mares y recursos marinos, se elabora la siguiente propuesta didáctica. A través de su realización, se espera propiciar un cambio de pensamiento y de conducta de las personas y los grupos sociales, así como también fomentar la alfabetización científica y el pensamiento crítico en las y los estudiantes para promover buenas prácticas de consumo. Este enfoque se trabajará entendiendo a la Educación Ambiental como un ámbito de pensamiento y acción en el que predomina la heterogeneidad y el debate.

Puntualmente, la propuesta se plantea para trabajar en 6to año de Educación Secundaria, orientación Ciencias Naturales, en la materia Ambiente, Desarrollo y Sociedad, de acuerdo al Diseño Curricular, de la Provincia de Buenos Aires (DGCyE, 2011).

2.1. Introducción a la problemática marina

Para comenzar a trabajar la problemática basada en los efectos que generan los protectores solares en la vida marina de los océanos, el estudiantado dispondrá del artículo publicado en línea en la revista National Geographic: ¿Qué impacto tienen los protectores solares en los ecosistemas? (Crespo Garay, 2022). A partir de la lectura y del debate de este artículo se generará una lluvia de ideas puntualizando la problemática, sus agentes y las posibles soluciones.

2.2. Análisis de los principales componentes de los protectores solares y su toxicidad

ISBN 978-987-47159-9-9

En grupos de trabajos, se le solicitará al alumnado que analice el etiquetado de los protectores solares que usan habitualmente y que se comercializan en los supermercados, investiguen al respecto y vuelquen todo lo analizado en una tabla que incluya: nombre del producto seleccionado (incluyendo la marca y el factor), composición, nombre de los principales contaminantes, estructura química, propiedades fisicoquímicas y grado de toxicidad tanto para el ambiente marino, como para la salud humana. (TABLA I)

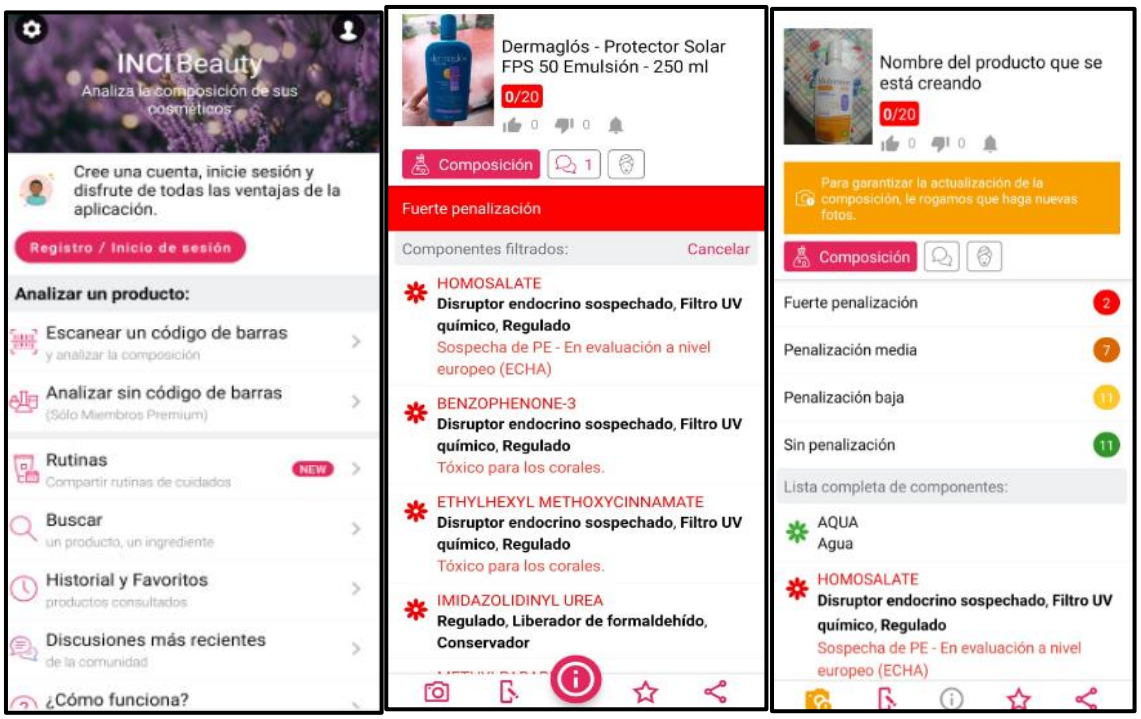
La siguiente tabla muestra la grilla confeccionada para que el grupo de estudiantes vuelque los datos investigados, de acuerdo al protector solar seleccionado.

TABLA I. *Tabla modelo que completarán las y los estudiantes de acuerdo al producto seleccionado.*

***Producto seleccionado (nombre comercial y factor)**:*					
Composición	***Principales contaminantes***	***Estructura química de los principales contaminantes***	***Propiedades fisicoquímicas***	***Grado de toxicidad***	
				Ambiente marino	***Salud humana***

El análisis del etiquetado se realizará utilizando una App descargada desde el Play Store, llamada INCI Beauty. Esta aplicación, disponible para sistema Android 8.0 y para versiones posteriores, permite analizar la composición detallada de los productos cosméticos de forma sencilla, rápida y gratuita escaneando el código de barras o buscando su nombre o marca. A través de esta App, se puede encontrar una alternativa más limpia a los productos que no cumplan con los requerimientos del usuario, ya sea porque posee ingredientes no deseados, por el precio o por los efectos que genera.

La FIGURA 1 muestra la Portada de la App INCI Beauty y a modo de ejemplos se realizó la búsqueda de las composiciones de dos protectores solares de uso habitual: Dermaglós FPS 50 y Midermus FPS 50.

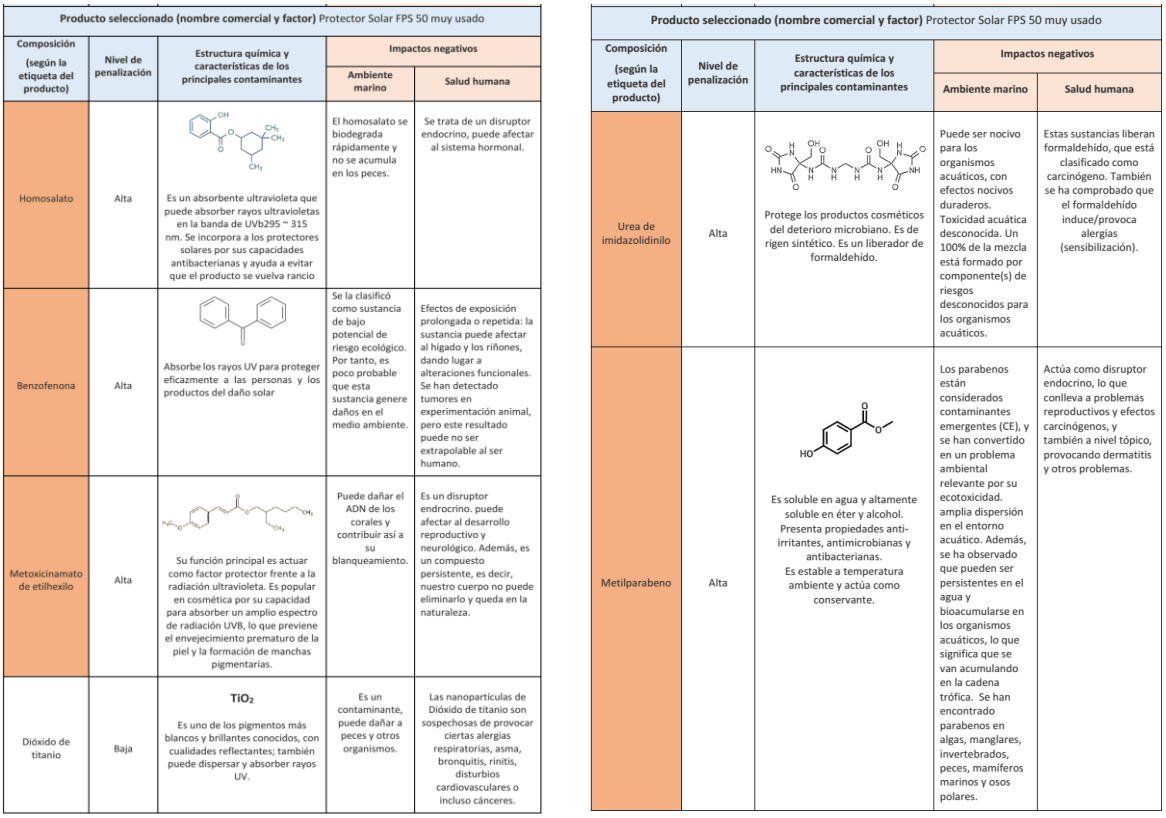


(a) (b) (c)

FIGURA 1. *Portada de la App INCI Beauty (a) y ejemplos de composiciones de 2 protectores solares: (b) Dermaglós FPS 50 y (c) Midermus FPS 50.*

ISBN 978-987-47159-9-9

La FIGURA 2 muestra los datos más relevantes de compuestos usualmente encontrados en los protectores solares frecuentemente utilizados, que los estudiantes podrán encontrar con la aplicación INCI Beauty.



Producto seleccionado (nombre comercial y factor) Protector Solar FPS 50 muy usado

Composición (según la etiqueta del producto)	Nivel de penalización	Estructura química y características de los principales contaminantes	Impactos negativos	
			Ambiente marino	Salud humana
Homosalato	Alta	Es un absorbente ultravioleta que puede absorber rayos ultravioletas en la banda de UVb295 ~ 315 nm. Se incorpora a los protectores solares por sus capacidades antibacterianas y ayuda a evitar que el producto se vuelva rancio	El homosalato se biodegrada rápidamente y no se acumula en los peces.	Se trata de un disruptor endocrino, puede afectar al sistema hormonal.
Benzofenona	Alta	Absorbe los rayos UV para proteger eficazmente a las personas y los productos del daño solar	Se la clasificó como sustancia de bajo potencial de riesgo ecológico. Por tanto, es poco probable que esta sustancia genere daños en el medio ambiente.	Efectos de exposición prolongada o repetida: la sustancia puede afectar al hígado y los riñones, dando lugar a alteraciones funcionales. Se han detectado tumores en experimentación animal, pero este resultado puede no ser extrapolable al ser humano.
Metoxicinamato de etilhexilo	Alta	Su función principal es actuar como factor protector frente a la radiación ultravioleta. Es popular en cosmética por su capacidad para absorber un amplio espectro de radiación UVB, lo que previene el envejecimiento prematuro de la piel y la formación de manchas pigmentarias.	Puede dañar el ADN de los corales y contribuir así a su blanqueamiento.	Es un disruptor endrocrino. puede afectar al desarrollo reproductivo y neurológico. Además, es un compuesto persistente, es decir, nuestro cuerpo no puede eliminarlo y queda en la naturaleza.
Dióxido de titanio	Baja	TiO_2 Es uno de los pigmentos más blancos y brillantes conocidos, con cualidades reflectantes; también puede dispersar y absorber rayos UV.	Es un contaminante, puede dañar a peces y otros organismos.	Las nanopartículas de Dióxido de titanio son sospechosas de provocar ciertas alergias respiratorias, asma, bronquitis, rinitis, disturbios cardiovasculares o incluso cánceres.

Producto seleccionado (nombre comercial y factor) Protector Solar FPS 50 muy usado

Composición (según la etiqueta del producto)	Nivel de penalización	Estructura química y características de los principales contaminantes	Impactos negativos	
			Ambiente marino	Salud humana
Urea de imidazolidinilo	Alta	Protege los productos cosméticos del deterioro microbiano. Es de rigen sintético. Es un liberador de formaldehído.	Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. Toxicidad acuática desconocida. Un 100% de la mezcla está formado por componente(s) de riesgos desconocidos para los organismos acuáticos.	Estas sustancias liberan formaldehído, que está clasificado como carcinógeno. También se ha comprobado que el formaldehído induce/provoca alergias (sensibilización).
Metilparabeno	Alta	Es soluble en agua y altamente soluble en éter y alcohol. Presenta propiedades anti-irritantes, antimicrobianas y antibacterianas. Es estable a temperatura ambiente y actúa como conservante.	Los parabenos están considerados contaminantes emergentes (CE), y se han convertido en un problema ambiental relevante por su ecotoxicidad. amplia dispersión en el entorno acuático. Además, se ha observado que pueden ser persistentes en el agua y bioacumularse en los organismos acuáticos, lo que significa que se van acumulando en la cadena trófica. Se han encontrado parabenos en algas, manglares, invertebrados, peces, mamíferos marinos y osos polares.	Actúa como disruptor endocrino, lo que conlleva a problemas reproductivos y efectos carcinógenos, y también a nivel tópico, provocando dermatitis y otros problemas.

FIGURA 2. *Ejemplo de los datos más relevantes aportados por la App INCI Beauty*

2.3. Difusión de la problemática

Luego del trabajo grupal, de los debates generados en el aula y del análisis de los potenciales contaminantes de los protectores solares, las y los estudiantes realizarán, de manera grupal, una noticia periodística acerca de la problemática planteada al comienzo. Mediante este trabajo, el alumnado desarrollará habilidades de comunicación y oralidad. Así como también potenciarán la creatividad, al momento de pensar y diseñar el titular, la portada y la elección de imágenes ilustrativas. Las noticias elaboradas serán luego evaluadas y compartidas en un padlet colaborativo, el mismo se difundirá entre otros cursos mediante un código QR.

3. OBSERVACIONES DE LA PROPUESTA

A partir del trabajo propuesto se espera, por un lado, que las y los estudiantes desarrollen el sentido crítico evaluando y analizando diferentes artículos de divulgación científica acerca del impacto que generan los protectores solares en los ecosistemas marinos. Y por el otro que puedan potenciar habilidades vinculadas a la comunicación y oratoria, al trabajo colaborativo y al empleo de vocabulario científico.

A su vez, apunta a promover la formación de ciudadanos y ciudadanas que sean capaces de valorar y reconocer la multiplicidad de funciones que contienen los océanos y la vida que alberga, para luego actuar en consecuencia y responsablemente frente a una problemática específica.

Si bien esta propuesta didáctica aún no fue llevada a cabo en el aula, consideramos de vital importancia su desarrollo y las múltiples variaciones que puede llegar a adoptar según las reflexiones que sucedan en el aula y la predisposición del alumnado.

ISBN 978-987-47159-9-9

4. CONSIDERACIONES FINALES

Como una primera aproximación al análisis de los principales contaminantes que impactan tanto al ambiente marino, como a nuestra salud, resulta interesante abordar el tema desde una mirada integral, considerando no sólo aspectos químicos, sino también los factores sociales y económicos que se ven involucrados. Tener una mirada crítica acerca de los productos que consumimos a diario, nos acerca más a la alfabetización científica que se busca contribuir desde las aulas y extenderla a la sociedad a través de la difusión de información confiable.

Con esta propuesta se intenta acercar al estudiantado a un análisis integral y crítico de conceptos químicos aplicados a problemáticas socio ambientales, para que actúen como agentes de cambio y divulgadores científicos, desarrollando habilidades lingüísticas orales y escritas.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen al Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) el financiamiento de la Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas (Beca EVC-CIN) otorgada en el año 2022, a la estudiante del Profesorado en Química autora de este trabajo. Asimismo, se agradece la financiación del PGI-UNS 24/Q124 en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Crespo Garay, C. (22 septiembre 2022). ¿Qué impacto tienen los protectores solares en los ecosistemas? *National Geographic.* https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2022/09/que-impacto-tienen-los-protectores-solares-en-los-ecosistemas

Dirección General de Cultura y Educación, DGCyE (2011) *Diseño Curricular para la Educación Secundaria 6o año: Orientación Ciencias Naturales*. Claudia Bracchi y Marina Paulozzo (coord.) - 1a ed. - La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/2021-11/03-06-20.%20SECUNDARIA.DC25.ABC_.pdf

INCI Beauty. Ingredientes utilizados en cosmética. Disponible en: https://incibeauty.com/es/ ingredients/

Montero-Cordero, A. (2019). El protector solar: ¿un nuevo enemigo? *Revista De Biología Tropical*, (2), Blog. https://doi.org/10.15517/rbt.v0i2.36384

Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos*. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/

Reverte, N., Calero, M. y Vilches, A. (2023). Las interacciones CTSA en la enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria: evolución y perspectivas. *Indagatio Didactica*, *15*(1), 307-316.

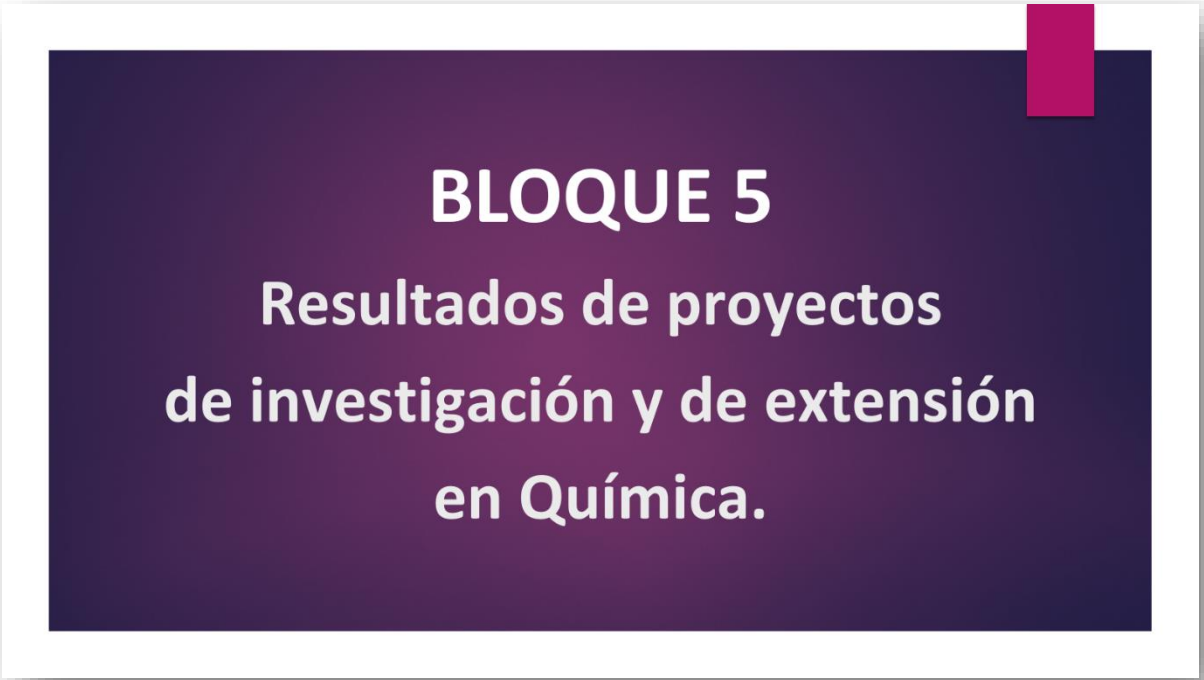
Rodríguez-Jiménez, J. y Ramírez, T. (2022). Cremas solares: una nueva amenaza para las aguas litorales. *Encuentros en la Biología*, *15*(183), 6–9. https://doi.org/10.24310/ enbio.v15i183.17120

Solbes J. y Vilches, A. (2004). *Papel de las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la formación ciudadana. Revista Enseñanza de las Ciencias*, *22*(3), 337-348. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3868

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1ooH0_BT36FfDz4023FE89oix2Bhb499T/view

ISBN 978-987-47159-9-9



ISBN 978-987-47159-9-9

INDICE DE TRABAJOS PRESENTADOS EN LA MESA DE DIALOGO DEL BLOQUE 5

- **Resultados de proyectos de investigación y de extensión en Química**

Código	Título y autores/as	Página
B5.01	**PUESTA EN VALOR DE UNA PLANTA PILOTO DE INGENIERÍA QUÍMICA. ETAPA INICIAL.** Nancy Saldis, Marcelo Gómez, Claudia Carreño, Carina Colasanto, Susana Martínez, Melina Abregú, Borja Salinas.	
	Trabajo completo	607
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	612
B5.02	**LA IMAGEN DEL PROFESORADO SOBRE LAS PERSONAS QUE MANIPULAN ALIMENTOS** Damian Alberto Lampert, María Silvina Reyes, Juan Manuel Rudi, Silvia Porro	
	Trabajo completo	613
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	617
B5.03	**PROPUESTA DE TALLERES PRÁCTICOS UNIVERSITARIOS BASADOS EN INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN DE CARAMELOS DE MIEL FORTIFICADOS CON VITAMINA C PARA LA INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES** Carola del Valle Tapia	
	Trabajo completo	618
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	622
B5.04	**EDUCACIÓN ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL: ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN DESDE LA UNIVERSIDAD** María Silvina Reyes, Irma Verónica Wolf	
	Trabajo completo	623
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	629
B5.05	**TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO Y DESEMPEÑO ACADÉMICO: UN ESTUDIO COMPARATIVO EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL E INORGÁNICA** David Possetto, Gabriela Marzari, Fernando Fungo	
	Trabajo completo	630
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	636

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B5.06	**CONFIANZA EN LA CIENCIA: PERCEPCIONES DE ESTUDIANTES DE ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA RESPECTO DEL USO DE GLIFOSATO EN EL CULTIVO DE SOJA TRANSGÉNICA** Valeria Edelsztein, Dora Castellsaguer	
	Trabajo completo	637
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	642
B5.07	**EL DIARIO DE CLASE COMO HERRAMIENTA PARA LA REFLEXIÓN DOCENTE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA FORMACIÓN INICIAL DE QUÍMICA** Mara Yanina Martínez, María Fernanda Echeverría, María Basilisa García	
	Trabajo completo	643
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	648
B5.08	**LA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA EN ACTIVIDADES AGROPRODUCTIVAS** Jorge Nelson Leguizamón Carate, Carlos Augusto Wottitz, Fanny Cecilia Alvarez Escalada, Héctor Javier Salto, María Florencia Lescano, Serena María Tévez Leguizamón, Leandro Constantinidi, Nadia Lorena Thir Ferreyra	
	Trabajo completo	649
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	652
B5.09	**¿SABEMOS LO QUE COMEMOS? EXPLORANDO LA COMPOSICIÓN DE NUESTROS ALIMENTOS** Carla José, Bianca V. Garay, Abril A. Bongarzone Lugos, María V. Toledo	
	Trabajo completo	653
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	659
B5.10	**ALGUNAS CARACTERISTICAS DEL ESTADO ESTACIONARIO DEL COMPLEJO ENZIMA-SUSTRATO** Nicolás A Garrone, Dara Dobler, Analía Isabel Coralizzi, Eduardo N Cozza Buccaro	
	Trabajo completo	660
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	666
B5.11	**QUIMICA: ESPECTACULO DE LUCES Y COLORES** María Carolina Talio, Agostina Chango Fernández, Mariano Acosta	
	Trabajo completo	667
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	671

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B5.12	**EXTENSIÓN E INVESTIGACIÓN: DOS ESTRATEGIAS FRENTE A LA ADICCIÓN AL TABACO EN SAN LUIS, ARGENTINA** M. Carolina Talio, Mariano Acosta, Liliana P Fernández	
	Trabajo completo	672
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	677
B5.14	**EXPLORACIÓN ESCOLAR DE ALTERNATIVAS SUSTENTABLES PARA MITIGAR EL IMPACTO DE LA PRESENCIA DE MAGALLANA GIGAS EN LAS COSTAS DEL SUR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES** Silvina Vizgarra, Marcela Panozzo, Gisela Gerje, Diego Domínguez, Ignacio Báez Cácere, Josefina Núñez, Benjamín Martín, Luana Pacheco, Jeremías Pietrasanta, Gabriel Sánchez, Florencia Zaragoza, Agustina Camargo, Pilar Castro, Bianca Diaz, Misael González Liendro, Nahuel Orquera Saraza	
	Trabajo completo	678
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	685
B5.15	**CONSTRUYENDO CON CIENCIA: UN PROYECTO DE ARTICULACIÓN ENTRE ESTUDIANTES DE NIVEL UNIVERSITARIO Y NIVEL MEDIO** Mario Guillermo Díaz, Ana Baigorria Giménez, Oriana Melisa Seel, Martina Gómez Alenda, Oswaldo Rosas, Vanesa Alejandra Muñoz	
	Trabajo completo	686
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	691
B5.16	**GAMIFICACIÓN, REALIDAD AUMENTADA Y EXPERIMENTOS ÁCIDO-BASE EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA: UNA ACCIÓN DE EXTENSIÓN INNOVADORA** Nicolás Borassi, Cecilia Borassi, Agustina Darget, Victoria Benech, Agustín Somma, Esteban Costa	
	Trabajo completo	692
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	697
B5.17	**HACIA LA PROFESIONALIZACIÓN REFLEXIVA: EXPLORANDO EL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE EN ESTUDIANTES DE PROFESORADOS DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES** María Basilisa García, María Fernanda Echeverría, Mara Yanina Martínez	
	Trabajo completo	698
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	703
B5.18	**PROPUESTA Y DESARROLLO DE UN TALLER PARA EL RECICLADO Y LA REVALORIZACIÓN DE ACEITE DE COCINA USADO EN FRITURAS** Silvana Raquel Matkovic	
	Trabajo completo	704
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	709

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B5.19	**RETENCION DE CIPROFLOXACINA EN SUELOS AGRICOLAS. UN ENFOQUE PRÁCTICO PARA DISEÑAR Y EJECUTAR EXPERIMENTOS EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA** María Victoria Garrafa, María Eugenia Olivares, María Josefa Jorge, Lilian Cristina Jorge, Jorge Marcelo Romero, Nelly Lidia Jorge	
	Trabajo completo	710
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	715
B5.20	**¿CÓMO LAS PRÁCTICAS DE EXTENSIÓN DIALOGAN CON LA CURRÍCULA UNIVERSITARIA?** Gabriela Mariel Lescano, María Belén Perez Adassus, Marina Belén Busso, Jésica Lourdes Guaymás, Ana Karen Jaimes, Verónica Natalia Scheverin, Mariel Elisa Diaz, Mariela Agotegaray, María Fernanda Horst	
	Trabajo completo	716
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	722
B5.21	**QUÍMICA EN EL AGRO: EVALUACIÓN DE BIOPREPARADOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN SANTIAGO DEL ESTERO** Analía Verónica Medina, Silvia G. Corbalan, Elisa Mariana García	
	Trabajo completo	723
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	728
B5.22	**LA QUÍMICA EN LA ELABORACIÓN DE MERMELADAS** María Fernanda Laborde, Mariana Belén Laborde	
	Trabajo completo	729
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	733
B5.23	**RECUPERACIÓN SOSTENIBLE DE SUBPRODUCTOS A BASE DE QUERATINA A PARTIR DE DESECHOS DE LA INDUSTRIA PORCINA** María Noelia Lucero, Gisela Castro, Rodolfo Wuilloud	
	Trabajo completo	734
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	740
B5.24	**DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍAS CIENTÍFICAS EN LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS DE UN CURSO DE QUÍMICA DE EDUCACIÓN MEDIA** Andrea Silvana Ciriaco, María Gabriela Lorenzo	
	Trabajo completo	741
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	746

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B5.25	**AGUA SEGURA, PROYECTOS DE EXTENSIÓN ORIENTADOS A ENCONTRAR SOLUCIONES A LAS PROBLEMÁTICAS DE LA REGION** Silvina Victoria García, Lea Vanessa Santiago, María Cecilia Tannuri, Ariana Giselle Seufert, José Boher, Matías Gabriel Krujoski, María Clara Záccaro	
	Trabajo completo	747
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	752
B5.26	**PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE QUÍMICA GENERAL EN DIVERSOS CONTEXTOS: ESTUDIO DE COHORTES 2018 AL 2024** Lucía Odetti, Clarisa Medina, Lucio Eisenack, Sofía Pontoni, Germán Hugo Sánchez	
	Trabajo completo	753
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	758
B5.27	**EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE EXTENSIÓN "EDUCACIÓN AMBIENTAL: GIRSU Y RECICLADO ORGÁNICO" PARA LA PRÁCTICA SOCIAL EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA - UBA.** Beatriz Lantaño, Daniela Soledad Mansilla, Gisela Celeste Muscia, Silvia Elizabeth Asís	
	Trabajo completo	759
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	765
B5.28	**SEMBRANDO FUTURO: EXPANDIENDO EL IMPACTO EDUCATIVO EN COMUNIDADES VULNERABLES MÁS ALLÁ DEL DÍA DE LA INTERVENCIÓN** Andrea Mathilde Mebert, Silvia Asís, Gisela Solange Álvarez, Oriana Perna, Lurdes Milagros López, María Victoria Tuttolomondo	
	Trabajo completo	766
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	772
B5.29	**LAS ARTES VISUALES: UN RECURSO DIFERENTE PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA** Miguel Ángel Martínez, Dina Judith Carp, Carla Janyistabro	
	Trabajo completo	773
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	779
B5.30	**PROMOVIENDO EL INTERÉS POR LAS CIENCIAS EN LA ESCUELA PRIMARIA** Adela Mercado, Juan Rodríguez Zotelo, Lilian Davies, Fernando Soria, Marcela López, Carla Heredia	
	Trabajo completo	780
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	783

ISBN 978-987-47159-9-9

Código	Título y autores/as	Página
B5.31	**¿POR QUÉ SOMOS TAN POCOS? EXPLORANDO EL DESINTERÉS EN LA DOCENCIA DE LA QUÍMICA** Carla Daniela Lange, Noelia Elizabeth Petroski, Lelia Yasmin Sadowski, Alondra Micaela Traid Zang, Leonardo Horacio Walantus	
	Resumen	784
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	784
B5.34	**EXPERIENCIAS DE VINCULACIÓN TERRITORIAL EN LAS PROPUESTAS FORMATIVAS DEL PROFESORADO EN CIENCIAS QUÍMICAS** Jorgelina Anabel Ferreiro, Natalia Arzoz, Mariela Senger	
	Trabajo completo	785
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	790
B5.35	**ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES EN SU INGRESO A LA UNIVERSIDAD Y SUS PRIMEROS PASOS EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA** María Eugenia Gómez Luján, Sandra A. Hernández	
	Trabajo completo	791
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	798
B5.36	**LA NATURALEZA DE LA CIENCIA, LA ACTIVIDAD INVESTIGATIVA Y LAS RELACIONES CON LA SOCIEDAD EN CLASES DE QUIMICA EN EL CONTEXTO DE CARRERAS DE FARMACIA, BIOQUIMICA Y ENOLOGÍA** Marisa Nile Molina	
	Trabajo completo	799
	Enlace al video explicativo del trabajo presentado	805
B5.37	**Ponencia realizada por la Dra. Lydia R. Galagovsky, representante del área Química, en la mesa redonda: Habilitar diálogos para la enseñanza de química, física y biología** **LA QUÍMICA ENTRE LA FÍSICA Y LA BIOLOGÍA "CUÁNTICAS". ¿PSEUDOCIENCIA O UNA POSIBILIDAD EDUCATIVA?** Lydia R. Galagovsky	
	Trabajo completo	806
	Enlace al video del trabajo presentado en la mesa redonda	811
B5.38	**Ponencia realizada por el Dr. Vicente C. Capuano, representante del área Física, en la mesa redonda: Habilitar diálogos para la enseñanza de química, física y biología** **IDAS Y VUELTAS DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS** Vicente C. Capuano	
	Trabajo completo	812
	Enlace al video del trabajo presentado en la mesa redonda	818

ISBN 978-987-47159-9-9

PUESTA EN VALOR DE UNA PLANTA PILOTO DE INGENIERÍA QUÍMICA. ETAPA INICIAL.

Nancy Saldis*

Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (FCEFyN-UNC), Córdoba, Argentina.
nancy.saldis@unc.edu.ar

Marcelo Gómez

Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (FCEFyN-UNC), Córdoba, Argentina.
mgomez@unc.edu.ar

Claudia Carreño

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba (UTN – FRC), Córdoba, Argentina.
carrenoclau@gmail.com

Carina Colasanto

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba (UTN – FRC), Córdoba, Argentina.
carina.colasanto@unc.edu.ar

Susana Martínez

Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (FCEFyN-UNC), Córdoba, Argentina.
susanamartinezriachi@gmail.com

Melina Abregú

Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (FCEFyN-UNC), Córdoba, Argentina.
melina.abregu@mi.unc.edu.ar

Borja Salinas

Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (FCEFyN-UNC), Córdoba, Argentina.
borja.salinas@mi.unc.edu.ar

Resumen

En virtud del replanteo de contenidos y enfoques pedagógicos y didácticos sugeridos por CONFEDI para carreras de ingeniería en general y en Ingeniería Química en particular, se ha generado la necesidad de relevar y adecuar instalaciones, operaciones, procesos, maquinaria e instrumental de laboratorios y plantas piloto y obtener información documental de estos lugares estratégicos. Este artículo describe los avances conseguidos en los primeros seis meses de trabajo en un proyecto destinado a poner en valor las plantas piloto de la carrera en cuestión y generar material audiovisual con Realidad virtual y Realidad aumentada. El trabajo se enfocó en relevar y evaluar cualitativa y cuantitativamente el estado del instrumental y maquinarias de plantas piloto, inventariar, digitalizar manuales de uso y mantenimiento existentes, acondicionar y poner en valor equipos que aún se consideren útiles, generar material audiovisual y desarrollar un tour virtual con Realidad Aumentada adoptando STEM como modelo educativo que implique usar tecnologías para resolver problemas. Las evidencias muestran que el inventariado y la digitalización ha ordenado datos y que la herramienta seleccionada para

ISBN 978-987-47159-9-9

motivar en el uso de planta piloto fue acertada, ya que ha aumentado la solicitud de profesores para realizar actividades en ella.

Palabras clave: *plantas piloto; digitalización de información; vídeos; realidad virtual y realidad aumentada; enfoque STEM*

1. INTRODUCCIÓN

La propuesta de enfoque por competencias planteada por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) en Argentina y el Sistema Regional de Acreditación para la Educación Superior en el Mercosur y Estados Asociados (ARCU SUR) motivó al replanteo de los contenidos y enfoques pedagógicos y didácticos en las carreras de ingeniería en general y en la carrera de Ingeniería Química (IQ) en particular. Estas cuestiones han generado la necesidad de relevar y adecuar las instalaciones, operaciones, procesos, maquinaria e instrumental de los laboratorios y las plantas piloto como así también obtener información documental de estos lugares estratégicos.

En la "Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina" del libro Rojo de CONFEDI se incluyen una serie de competencias de egreso destacadas tales como el desarrollo de proyectos ingenieriles y el trabajo colaborativo en equipo. En el trayecto recorrido en la búsqueda, práctica y enseñanza de estrategias representativas y eficaces para esos fines, el enfoque STEM (acrónimo de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática por sus siglas en inglés) (López Simó et al. 2020) surge como un modelo que plantea la interdisciplinariedad y el trabajo experimental en equipo con uso de tecnologías como un principio básico en la formación de los/as profesionales. Se trata de un modelo de aprendizaje interactivo y constructivista. Así, cobra importancia la planta piloto, destacado espacio para la formación y el desarrollo de las prácticas operativas con enfoque STEM.

La planta piloto es una pieza fundamental en el desarrollo de nuevas tecnologías pues al realizar estudios en ella se generan nuevos conocimientos y criterios técnicos que permiten dar pasos hacia delante en la optimización, control, alcance, seguridad, rentabilidad, etc., de procesos, equipos y energías productivas. Este espacio permite experimentar de forma económica y eficaz el comportamiento al escalar de condiciones de operación, parámetros de diseño, operaciones unitarias, impurezas, corrosión, entre varios otros.

Las plantas piloto se han implementado en institutos educativos a nivel mundial llevando a cabo el desarrollo de sistemas pedagógicos enriqueciendo las múltiples ramas de la ingeniería describiendo diferentes procesos o actividades, equipos automatizados de control, técnicas de mediciones y software los cuales permiten aumentar niveles de confiabilidad, mantenibilidad o disponibilidad de dichos procesos. Cada uno de estos se manifiestan en las industrias llevando, de esta manera, a un nivel de aprendizaje más avanzado permitiendo el crecimiento, así como el auto desarrollo profesional para el docente y el estudiante (Ferrer Riquet et al. 2020). Es así posible pensar que el adoptar STEM como modelo educativo implica usar tecnologías para resolver problemas.

El equipo que presenta este artículo recibió un subsidio para relevar y poner en valor el equipamiento de las plantas piloto de Ingeniería Química (IQ) de la Facultad en cuestión, digitalizar información documental para desarrollar indicadores de rendimiento, desarrollar un programa de mejora continua y construir material técnico audiovisual. Los objetivos específicos del proyecto son evaluar cualitativa y cuantitativamente el estado del instrumental y maquinarias de las plantas piloto de IQ, digitalizar los manuales de uso y mantenimiento existentes, desarrollar manuales no existentes, acondicionar, reparar y poner en valor equipos, desarrollar material audiovisual de uso de instrumental y desarrollo de operaciones y procesos utilizando también realidad aumentada (RA), entre otros. Este artículo describe los avances conseguidos en los primeros seis meses de trabajo.

El relevamiento del instrumental implica un proceso de reflexión intencionada y sistemática sobre la observación de elementos recogidos. El listado debe ser inventariado de manera sencilla por orden alfabético asegurando que la información esté actualizada y sea precisa, lo cual es clave para tomar decisiones.

En cuanto a la técnica de recolección de información de cada aparato, se considera la revisión documental, que según Arias (2006) es una técnica de revisión y de registro de documentos que fundamenta el propósito de la investigación. Para ella es fundamental la indagación de archivos de bibliotecas, hemerotecas,

ISBN 978-987-47159-9-9

revistas técnicas, manuales, archivos digitales clasificados, entre otros. Las técnicas de encuestas, entrevistas y de relevamiento de fuentes secundarias pueden ser también consideradas. En este sentido se valora el uso del video como una herramienta atractiva que permite resguardar información. Como lo señala García-Valcárcel (2009), durante las últimas décadas el video "es el medio técnico audiovisual de mayor proyección" (esta tendencia sigue en ascenso) y esto quizás se debe, "al interés social que éste medio ha despertado". Para Cabero (2002) esta tendencia responde en gran medida a la disminución del costo de los equipos y de los materiales para su utilización y a la facilidad del uso.

Por otro lado, en una encuesta realizada en 2014 a 42 profesores de distintos centros de enseñanza, institutos, escuelas, y universidades pertenecientes a 11 ciudades diferentes de España (Cubillo Arribas et. al, 2014) se llegó a la conclusión que el conocimiento acerca de la Realidad virtual (RV) y Realidad aumentada (RA) en el nivel universitario era escaso. En la Facultad donde se realizó este estudio la realidad no se presenta diferente. En 2019 se diagnosticó el estado del arte dentro de la institución en referencia a trabajos, diseños y uso de RV y RA comprobándose que el 56,8% de docentes desconocía la RA, el 89,2% no había tenido la posibilidad de ver un vídeo educativo con RV o RA, al igual que los estudiantes que a través de un *focus group* expresaron que la RA era inexplorada en el ámbito educativo (Saldis et al., 2019).

La RV es una simulación de un ambiente tridimensional generada por computadoras en el que el usuario es capaz tanto de ver como de manipular los contenidos de ese ambiente. Este elemento clave, que sea tridimensional (3D) e interactiva, proporcionando información sensorial tienen el propósito de hacer que el participante sienta que está en un "cierto lugar". La RV "no inmersiva" se logra mediante imágenes en 360° comprendiendo una composición de gráficos, visión artificial y multimedia, mediante la anexión de información virtual (Olabe et. al. 2007).

La RA consiste en combinar el mundo real con el virtual mediante un proceso informático, enriqueciendo la experiencia visual y mejorando la calidad de comunicación. Gracias a esta tecnología se puede añadir información visual a la realidad, y crear todo tipo de experiencias interactivas. La RA constituye una plataforma tecnológica especialmente eficaz en todo lo relacionado con la forma en que los usuarios perciben la realidad física, puesto que permite desglosarla en sus distintas dimensiones, con objeto de facilitar la captación de sus diversas particularidades, en ocasiones imperceptibles para los sentidos. Con la RA es factible generar modelos que simplifican la complejidad multidimensional del mundo circundante, que, desde una perspectiva académica, completa cualquier experiencia de aprendizaje (Almenara et. al. 2015).

2. DESARROLLO

En primer lugar, se seleccionaron los objetivos específicos del proyecto para empezar a trabajar. Es así que se comenzó por inventariar el instrumental y maquinarias de una de las plantas piloto de IQ, averiguar el uso que los/as docentes hacían de ese espacio y del instrumental, comenzar con la recolección de información acerca de la maquinaria y los manuales de uso, y preparar un tour audiovisual digital para la difusión del espacio físico.

Para el inventariado se realizó el relevamiento a través de la observación comprobando si el instrumento estaba en uso, obsoleto, o con posibilidades de ser reparado. El listado se conformó por destilador por arrastre de vapor, extractor Soxhlet, columna de destilación, prensas con y sin calentadores, centrífugas, estufas, bombas, muflas, secador para lecho fluidizado, entre otros. Se les sacaron fotos varias y se procedió a la búsqueda de manuales con las especificaciones técnicas de cada uno consiguiéndose un 70% de ellos. En estos momentos se están digitalizando los manuales encontrados. Los restantes serán redactados en breve.

La planta también cuenta con algunos aparatos de construcción propia por lo que fue necesario solicitar a los profesores autores que explicaran cómo había sido la fabricación de los mismos y las características especiales que poseía. Así se tomó registro en vídeos de un ionizador (FIGURA 1), caja termostatizada aislada (FIGURA 2) y reactor flujo pistón (FIGURA 3) que luego fueron procesados para su mejor presentación.

.

ISBN 978-987-47159-9-9



FIGURA 1. *Captura de vídeo de desionizador aniónico y catiónico (imagen de autores del proyecto).*



FIGURA 2. *Captura de vídeo de caja termostatizada aislada. (imagen de autores del proyecto).*



FIGURA 3. *Captura de vídeo de reactor flujo pistón (PFR). (imagen de autores del proyecto)*

A continuación, se procedió a reparar un electroanalizador (FIGURA 4) y un aparato para realizar electrólisis a diferentes temperaturas (FIGURA 5) que, si bien cuentan ya con algún tiempo de uso, tienen aún posibilidades de ser utilizados con fines didácticos. Para ambos aparatos se grabaron vídeos tutoriales para el manejo adecuado.



FIGURA 4. *Captura de vídeo tutorial electroanalizador. (imagen de autores del proyecto).*



FIGURA 5. *Captura de vídeo tutorial aparato para electrólisis (imagen de autores del proyecto)*

Luego se realizó un plano en planta en el software de diseño asistido por computadora AutoCAD con la ubicación del instrumental existente, el lugar para la disposición de residuos, los materiales de seguridad, matafuegos, e instalaciones de aire, agua y eléctricas.

Ya confeccionado un primer inventario, se procedió a averiguar el conocimiento y uso que los/as docentes hacían del espacios e instrumental mediante una encuesta enviada vía G*oogle form* que fue respondida por un 70% aproximadamente de la planta docente de la carrera en cuestión. Los resultados mostraron un uso limitado de las Plantas Piloto, no así de los laboratorios donde el trabajo con tecnologías y materiales básicos de química es más frecuente. El 17,5% de los docentes confesó que desconocía el instrumental y la maquinaria que allí se encuentra. Luego de plantear distintas alternativas para la comunicación de la información y con estas evidencias, el equipo de investigación que presenta este artículo consideró que un recorrido o tour con RV no inmersiva y RA podría ser una buena solución que cubriría las necesidades de información de forma atractiva y motivadora.

De un proyecto anterior, que implicó el desarrollo de materiales didácticos con RV y RA, el equipo que presenta este trabajo disponía de los elementos necesarios para la concreción (cámara ojo de pez, programa para procesar imágenes esféricas en 360°, algunas imágenes ya desarrolladas, etc.) (Toala et. al. 2020), sin embargo, el inconveniente se radicó en que la aplicación gratuita usada con anterioridad (*Round me*) había salido de circulación y ya no estaba disponible *on line*. Por ello se procedió a la reconstrucción del trabajo perdido usando otra aplicación *on line* gratuita (condición necesaria por la escasez de fondos disponibles).

Esta vez, y luego de efectuar un amplio estudio de las ofertas existentes, el equipo se inclinó por Orbix RV®, aplicación para computadora personal (PC) que permite la realización de *tours* virtuales con la posibilidad de agregar realidad aumentada.

ISBN 978-987-47159-9-9

El recorrido permitió ubicar al usuario ingresando por la playa de estacionamiento de la Facultad, para luego poder dirigirse hacia los laboratorios y Plantas Piloto con marcadores a *potcasts* que proveen información en RA de diferentes operaciones unitarias. Dentro de ellos es posible pulsar en cada indicador para activar la RA y así poder, mediante un video, algunos de realización propia y otros públicos en la web, conocer el principio de funcionamiento y la utilidad de cada instrumento, aparato o tecnología que se encuentran allí (FIGURA 6) (https://orbix360.com/bzVML5rhR).

Este tour virtual se encuentra en permanente actualización, ya que instrumentos o maquinarias pueden cambiar de ubicación, salir de funcionamiento, o incorporarse nuevas tecnologías a los espacios de trabajo.

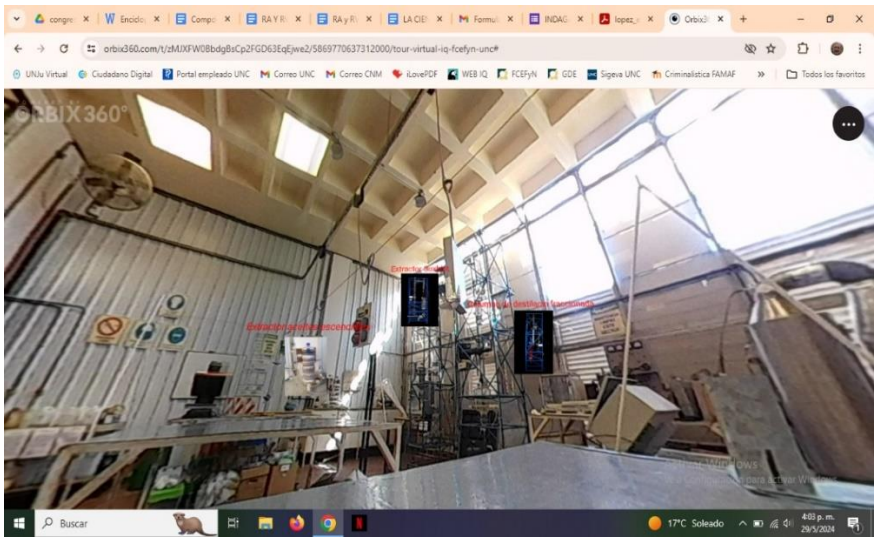


FIGURA 6. *Captura de tour virtual con RA. (imagen de autores del proyecto)*

3. CONCLUSIONES

El trabajo en las plantas piloto es arduo y requiere de mantenimiento continuo. Es necesaria la digitalización de manuales y el inventariado de las operaciones, instrumental y aparatos que allí se encuentran para lograr, no solamente facilitar búsquedas, sino también para conseguir que docentes, estudiantes, investigadores y pasantes puedan trabajar de forma cómoda y ordenada. En estos momentos se digitaliza la información existente bajo la norma ISO 15489 esperando mejorar de forma sistemática y efectiva el mantenimiento de los documentos.

Por otro lado, al pensar en un enfoque STEM como modelo educativo que implique usar tecnologías para resolver problemas llevó a la difusión de la planta piloto a través de RV y RA con marcadores que conduzcan a los instrumentos u operaciones con vídeos explicativos para incentivar al uso. De este modo se espera que el proyecto trascienda los medios convencionales (la RV y la RA) utilizados naturalmente en el campo de los videojuegos y la publicidad, y progresivamente pueda implementarse con fines educativos con capacidad de enseñar entreteniendo.

La herramienta implementada ha sido más atractiva que un texto y a juzgar por la cantidad de visitas desde su reciente publicación, la perspectiva es alentadora. En este sentido es importante destacar que, en sólo 2 meses, ha aumentado el interés para realizar actividades en la planta piloto de extracción de IQ. Los electroanalizadores, recientemente reparados por este equipo de investigación, fueron solicitados por 2 cátedras para llevar a cabo prácticos de Electroquímica y utilizado por alrededor de 140 alumnos; 2 estudiantes han elegido automatizar un esterilizador UV, que se encontraba casi en desuso, como proyecto para su tesina, y la cátedra de Química Física ya está utilizando la caja aislada termostatizada para la realización del trabajo práctico de Cinética Química.

Se espera continuar con el proyecto a los efectos de lograr que docentes, investigadores, estudiantes, tesistas y pasantes apliquen el enfoque STEM al trabajo en planta.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SECyT) de la UNC, por el aval y los fondos provistos para el proyecto "Relevamiento y puesta en valor de equipamiento, digitalización de la información técnica y desarrollo de indicadores para un programa de mejora continua en las plantas piloto de IQ" del cual forma parte este trabajo. A las autoridades de la Facultad, de la Escuela de IQ y del Departamento de Química industrial y aplicada por la predisposición y facilitación de los accesos a los espacios involucrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almenara J. C., Jiménez F. C. & Osuna J. B. (2016). La producción de objetos de aprendizaje en "Realidad Aumentada": la experiencia del SAV de la Universidad de Sevilla. IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation

Arias, F. (2006) Mitos y errores en la elaboración de tesis y proyectos de investigación. Episteme. http://dicyg.fi-c.unam.mx:8080/oemj/apoyo-a-la-titulacion-licenciatura-y-a-la-graduacion-posgrado/Mitos%20y%20errores%20en%20la%20elaboracion%20tesis.pdf

Cabero J. (2002). Propuestas para la utilización del vídeo en los centros educativos. Documento en línea.http://bibliotecadigital.tamaulipas.gob.mx/archivos/descargas/4f627dba3ea39cef843824141eb798eb21530164.pdf

Cubillo Arribas J., Martín Gutiérrez S., Castro Gil M., Colmenar Santos A (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *17*(2), 241-274. https://www.redalyc.org/pdf/3314/331431248012.pdf

Ferrer Riquett C. M., Barrios Deluquez J. y Rosillón Olivares K. E. (2020) Planta Piloto de Bombas Hidráulicas para la Enseñanza y Aprendizaje de la Mecánica de Fluidos. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0 (RTED)*, *9*(1), 124-131. https://doi.org/10.37843/rted.v9i1.116

García Varcárcel A. (2009). Medios Videográficos. [Documento en línea]. Disponible en: http://web.usal.es/~anagv/arti4.htm

López Simó V., Couso Lagarón D., Simarro Rodríguez C., (2020) Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías. *Revista de Educación a Distancia*, Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona. España, disponible en https://www.um.es/ead/red/58/lopez_et_al.pdf

Olabe M, Basogain X., Espinosa K., Rouèche C, and Olabe J. (2007) Engineering Multimedia Contents with Authoring Tools of Augmented Reality, International Technology, Education and Development Conference (INTED2007), pp. 5. Valencia, Spain

Orbix RV, Aplicación para crear tours virtuales con imágenes 360. https://orbix360.com/home

Saldis N., Gómez M., Colasanto C., Carreño C. (2019). Realidad virtual e imágenes 360° para facilitar la inclusión y mejorar la adquisición de competencias. Ponencia presentada en X Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas. Pág 400-407. UNC Ed. Argentina.

Toala-Palma, J. K., Arteaga-Mera, J. L., Quintana-Loor, J. M., & Santana-Vergara, M. I. (2020). La Realidad Virtual como herramienta de innovación educativa. *Episteme Koinonia*, *3*(5), 270-286. https://doi.org/10.35381/e.k.v3i5.835

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1R_qU9AO8H-0Hkzic5HAni6srGDeTOEMc/view

ISBN 978-987-47159-9-9

LA IMAGEN DEL PROFESORADO SOBRE LAS PERSONAS QUE MANIPULAN ALIMENTOS

Damian Alberto Lampert

Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Bernal, Buenos Aires, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina
damian.lampert@unq.edu.ar

María Silvina Reyes

Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral (FHUC-UNL), Santa Fe, Argentina.
mariasilvinareyes@hotmail.com

Juan Manuel Rudi

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral (FBCB-UNL), Santa Fe, Argentina.
jmrudi@fbcb.unl.edu.ar

Silvia Porro

Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Bernal, Buenos Aires, Argentina.
sporro@unq.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta una investigación realizada sobre la concepción que tiene el profesorado de Biología en formación en relación a la manipulación de los alimentos. Para ello, se trabajó con una muestra proveniente de la carrera de Profesorado en Biología de la Universidad Nacional de Litoral, utilizando una metodología adaptada de Draw a Scientist Test. En la mayoría de los casos, se obtuvieron imágenes estereotipadas de la alimentación en cocinas hogareñas, sin cumplir con las normas básicas de inocuidad alimentaria. Por otra parte, en solo dos imágenes se representaron actividades en laboratorios o industrias. Estos resultados destacan la importancia de incorporar la educación alimentaria desde un enfoque sistémico que permita comprender las múltiples funciones y roles que desempeñan tanto los profesionales en el área como las personas en su vida cotidiana.

Palabras clave: *alimentación humana; imagen de ciencia; naturaleza de la ciencia; formación del profesorado; manipulación de alimentos.*

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación constituye el conjunto de actividades y procesos por los cuales se ingieren alimentos que aportan energía y sustancias nutritivas necesarias para el mantenimiento de la vida. Si bien comer no es un acto exclusivamente humano, la manera en la que lo hacemos sí lo es. Además, da cuenta de nuestra condición humana, ya que el ser humano es el único ser vivo que cocina para comer, y al hacerlo selecciona, ordena y procesa, y en esas acciones impregna de sentidos a los nutrientes que su naturaleza omnívora le permite metabolizar (Aguirre, 2010). El evento alimentario enlaza lo subjetivo, lo biológico y lo cultural de una manera tan indisoluble que difícilmente pueda escindirse (Reyes, Vignatti y Pirovani, 2023).

A partir de 1996, tras la finalización de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación celebrada en Roma, Italia, el concepto de Seguridad Alimentaria (SA) adquirió una perspectiva multidimensional (Windfuhr y Jonsén, 2005). Se dice que existe SA cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a

ISBN 978-987-47159-9-9

suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias y sus preferencias, con el fin de llevar una vida activa y sana.

Según esta definición, el concepto de SA involucra cuatro dimensiones:

1. *Disponibilidad de alimentos*: existe seguridad alimentaria cuando los alimentos están disponibles a nivel local, regional y nacional, siendo los recursos alimenticios suficientes para proporcionar una dieta adecuada para cada persona, independientemente del origen de esos alimentos.
2. *Acceso a los alimentos:* esto se entiende como la capacidad de las personas para producir o comprar alimentos suficientes que satisfagan sus necesidades nutricionales.
3. *Utilización biológica de los alimentos y nutrientes*: no basta con que los alimentos estén disponibles y sean accesibles para asegurar una alimentación nutritiva y segura. Hay personas que, aun teniendo acceso a los alimentos, sufren de malnutrición debido a una incorrecta utilización de los mismos.
4. *Estabilidad en el tiempo de las tres dimensiones anteriores*: la estabilidad asegura que las personas tengan acceso a suficientes alimentos seguros y nutritivos en todo momento, sin riesgos de fluctuaciones o escasez.

La tercera dimensión, que se refiere a la utilización biológica de los alimentos y nutrientes, está estrechamente relacionada con diversos factores. Estos incluyen el estado de salud de los individuos, el acceso a agua potable, la forma de preparación y cocción de los alimentos, la higiene personal y las estrategias empleadas en la conservación de los alimentos, entre otros. Sin duda, esta dimensión está íntimamente vinculada con la educación. A diferencia de la nutrición, la alimentación constituye un acto voluntario, por lo tanto, el mismo es susceptible de ser modificado a través de la educación. Por lo anterior, y sin lugar a dudas, la educación alimentaria debe ser pensada como un hecho educativo (De la Cruz Sánchez, 2018). Muy asiduamente, los modelos escolares asociados a la enseñanza de las Ciencias Experimentales contemplan contenidos relacionados a las funciones de nutrición en los seres vivos, su relación con la salud y el ambiente, como así también plantean un análisis de los alimentos como sistemas materiales. Trabajar desde estos contenidos resulta un enfoque irrenunciable, pero insuficiente a la hora de problematizar el concepto de la alimentación en el aula (Bahamonde, 2009).

1.1. Generalidades de la educación alimentaria

Por lo comentado con anterioridad, es imperativo adoptar un enfoque sistémico para abordar la alimentación humana, considerando distintos niveles de complejidad que caracterizan la problemática. Este enfoque trasciende la dimensión meramente biológica y reconoce que su análisis conceptual abarca diferentes áreas de contenido (Ribarosa y de Longhi, 2012). En este sentido, los trabajos de Reyes y Wolf (2023) y Reyes y Freyre (2024) reflejan esta perspectiva. En consonancia a lo mencionado anteriormente, es posible pensar en un currículum multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de estos aprendizajes, realizando un nuevo recorte curricular que invite a “tomar prestados” conceptos e ideas provenientes de diferentes campos disciplinares, que aparentemente no se relacionan entre sí, para luego amalgamarlos en función de los propósitos de un proyecto educativo específico. Pero a su vez, el mayor desafío en materia de alimentación es la concepción errónea que suele presentarse en relación a la temática, como confusiones entre alimentación y nutrición, diferencias entre seguridad e inocuidad alimentaria y factores de prevención de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) (Lampert y Porro, 2021).

1.2. Imagen de la alimentación

Las concepciones alternativas sobre la alimentación están acompañadas de visiones estereotipadas sobre la ciencia y la tecnología, donde prefigura una suerte de idea del sujeto que hace ciencia (Pujalte, 2019). Para Fernández et al. (2002):

> A menudo se insiste explícitamente en que el trabajo científico es un dominio reservado a minorías especialmente dotadas, transmitiendo expectativas negativas hacia la mayoría de los alumnos, con claras discriminaciones de naturaleza social y de género (la ciencia es presentada como una actividad eminentemente «masculina»). Se contribuye, además, a este elitismo escondiendo la significación de los conocimientos tras presentaciones exclusivamente operativistas. No se realiza un esfuerzo por

ISBN 978-987-47159-9-9

> hacer la ciencia accesible (comenzando con tratamientos cualitativos, significativos), ni por mostrar su carácter de construcción humana, en la que no faltan confusiones ni errores, como los de los propios alumnos. (p. 482)

Las investigaciones relacionadas a la imagen "folk" o popular de una persona científica forman parte de la naturaleza de la ciencia (Adúriz Bravo, 2005; Pujalte, 2019). Por tal motivo, las mismas imágenes que el imaginario colectivo atribuye a las personas que se dedican a la ciencia, como por ejemplo ser desprolijo, masculino y metódico, se asocian a las personas que trabajan en la manipulación de alimentos. No es menor mencionar que existen investigaciones que señalan el desconocimiento hacia diferentes minorías sobre la seguridad alimentaria y que se refleja en el imaginario de la sociedad. Un ejemplo es el trabajo de las mujeres en las quintas bonaerenses, que a pesar de comenzar su tarea a las 02.30 horas, organizan la comida del almuerzo, la ropa y utensilios de trabajo y, al regresar, son quienes se encargan del lavado de las prendas del trabajo y de la preparación de la comida para cenar. En las escuelas, el imaginario de las personas que trabajan en las quintas suele ser el de una persona masculina con equipamiento agropecuario (Arango et al., 2023).

2. METODOLOGÍA

Se trabajó con una muestra de 27 estudiantes del Profesorado en Biología de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), que al momento de esta investigación se encontraban cursando la asignatura Química Orgánica.

Realizando una modificación del protocolo *Draw-a-Scientist-Test* (DAST) (Toma et al., 2018), se solicitó al estudiantado que dibujara una persona que manipula alimentos y que brinde, en una oración, una característica de dicha persona. Este último punto permite reafirmar la imagen que realiza el individuo y comprender las actividades y roles que ocupa la persona en la gráfica.

El análisis de las imágenes se realizó de forma cualitativa, tomando como referencia diferentes categorías presentadas por Toma y sus colaboradores (2018): (a) apariencia que indique quién es la persona que manipula alimentos, por ejemplo, varón, mujer o no binario, y qué edad tiene aproximadamente; (b) lugar donde se encuentra manipulando los alimentos, por ejemplo, una cocina o un laboratorio; (c) la actividad que está llevando a cabo, es decir, si presenta rasgos de una correcta manipulación de alimentos o se presentan actividades que pueden ser riesgosas en relación a la inocuidad alimentaria, y (d) la forma en la que trabaja, identificando si utiliza guantes y vestimenta adecuada, entre otras características.

3. RESULTADOS

El análisis se realizó a partir de las imágenes recolectadas, como así también de las frases y oraciones complementarias.

Sobre un total de 27 dibujos realizados, 23 personas graficaron a mujeres y una de ellas a una persona no binaria. En la totalidad de los dibujos en donde se representa una mujer, la ilustración está acompañada por una oración que indica el género de la persona. No fue posible realizar una distinción etaria a partir de las imágenes analizadas.

El lugar donde se representa la manipulación de los alimentos son cocinas, a excepción de dos imágenes. En una de ellas, el espacio físico es un laboratorio, donde hay una persona equipada con diferentes elementos de protección personal e instrumental, y que se encuentra generando una formulación de un suplemento dietario (esta información escrita acompañaba la gráfica representada). La segunda imagen corresponde a una línea industrial, en la cual se presenta una cinta transportadora con diferentes productos en la misma.

Las actividades que se pueden apreciar en las imágenes incluyen el batido, el horneado, el amasado y otras acciones desarrolladas en la cocina, pero que no se pueden distinguir claramente. La mayor parte de las oraciones que acompañan el dibujo indican que "una mujer" se encuentra cocinando un alimento determinado con algún fin social.

ISBN 978-987-47159-9-9

En relación a la forma de trabajo, en solo 7 imágenes puede visualizarse el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), como por ejemplo el uso de vestimenta adecuada, el evitar la contaminación cruzada, utilizar utensilios o incluso, señalar por escrito o con flechas indicativas diferentes prácticas asociadas a la inocuidad, como “carne cruda separada de la ensalada” o “pan sin hornear separado del pan cocido”.

Las FIGURAS 1 y 2 representan algunos de los dibujos obtenidos y que fueron seleccionados al azar para el presente artículo.

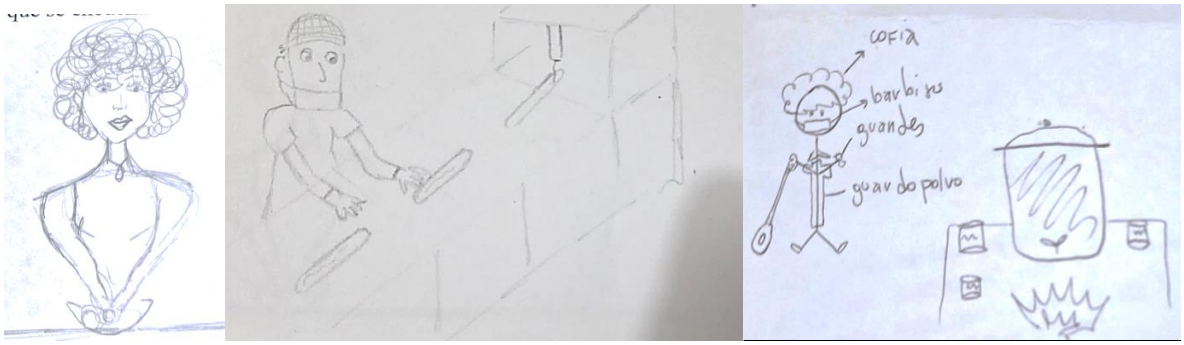


FIGURA 1. *Mujeres manipulando alimentos.*



FIGURA 2. *Varones manipulando alimentos.*

Por otro lado, si bien la minoría son varones, los escasos ejemplos representados reflejan la aplicación de las BPM. Con lo cual, a partir de los resultados obtenidos, se puede mencionar que el estudiantado representa en su mayoría a mujeres elaborando alimentos en cocinas para fines sociales, pero sin cumplir las BPM para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria, mientras que, en un porcentaje menor, se representan varones que cumplen con las BPM y los elementos de protección personal.

4. CONCLUSIONES

En las imágenes que el profesorado de Biología en formación presenta sobre las personas que manipulan alimentos se sigue evidenciando las representaciones observadas en investigaciones anteriores mencionadas en la introducción, sobre la percepción de quienes hacen ciencia y las diferencias de género en la alimentación. En general, se perpetúa una imagen estereotipada basada en discursos hegemónicos binarios. Asimismo, existe una carencia acerca de la elaboración y producción de alimentos a nivel industrial.

Por tal motivo, es preciso enseñar en y para la diversidad en relación a la alimentación, para desarrollar un currículum multirreferenciado que enfrente la complejidad de los procesos involucrados en la alimentación humana. Del mismo modo, es importante incorporar la mirada industrial y química de la producción de alimentos con el fin de concientizar y mostrar el rol de diferentes profesionales en el aseguramiento de la seguridad alimentaria de la población.

Como perspectiva futura, acorde a los resultados obtenidos, se incorporarán propuestas que permitan incorporar las imágenes adecuadas de la ciencia y la tecnología de los alimentos desde una perspectiva de la naturaleza de la ciencia.

ISBN 978-987-47159-9-9

AGRADECIMIENTOS

Programa de Investigación de la Universidad Nacional de Quilmes “Discursos, Prácticas e Instituciones educativas”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?: Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número extraordinario, 23-33.

Aguirre, P. (2010). La construcción social del gusto en el mundo moderno. En: Aguirre, P., Katz, M. y Bruera, M. (Ed.), *Comer. Una palabra con múltiples sentidos*. Libros del Zorzal.

Arango, C., Porro, S. y Lampert, D. (2023). Importancia de la perspectiva de género en la enseñanza de las determinaciones sociales de la seguridad y soberanía alimentaria. De la visibilización de las condiciones de trabajo de las mujeres en las quintas bonaerenses productoras de frutas y verduras al desarrollo de materiales educativos. *Educación Química*, 34(número especial). https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.4.86127e

Bahamonde, N. (2009). *Educación Alimentaria y Nutricional. Cuaderno para el docente*. Ministerio de Educación de la Nación.

De La Cruz Sánchez, E. (2018). La Educación Alimentaria y Nutricional como hecho educativo. *Laurus, Revista de Educación,* 1, 232-253. http://historico.upel.edu.ve:81/revistas/index.php/laurus/article/view/9146/5665.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002) Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, *20*(3), 477-488.

Lampert, D. y Porro, S. (2021). Representaciones del estudiantado de la escuela secundaria sobre Enfermedades Transmitidas por Alimentos y zoonosis: diferencias entre el bachiller en ciencias naturales y la orientación agraria. *Revista Bio-grafía, Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, Número Extraordinario

Pujalte, A. P. (2019). *Las imágenes de ciencia del profesorado: de la imagen discursiva a la enactiva*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Quilmes. http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/986.

Reyes, M. S. y Freyre, M. (2024). Desarrollo de fichas didácticas con perspectiva interdisciplinaria para la escuela primaria en contexto de pandemia. En: Lossio, O., Mántaras, B. y Perticará, M. (Ed.), *Prácticas universitarias en tiempos de pandemia. Experiencias de virtualización en la Facultad de Humanidades y Ciencias* (p. 123-131). Ediciones UNL.

Reyes, M. S. y Wolf, I. V. (2023). La alimentación humana: estrategias para un abordaje interdisciplinario en las instituciones educativas. *Revista Binacional Diálogo entre las Ciencias*, *12*(2), 159-171. https://doi.org/10.22481/rbba.v12i02.13213.

Reyes, M. S., Vignatti, C. I. y Pirovani, M. E. (2023). Competencias en alimentación: una mirada hacia el interior de las preparaciones vegetales licuadas tipo “smoothie”. *Educación Química*, *34*(número extraordinario), 55-67. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.4.86128e.

Rivarosa, A. y de Longhi, A. L. (2012). *Aportes didácticos para nociones complejas en biología: la alimentación*. Miño y Dávila.

Toma, R. B., Greca, I. M., y Orosco Gómez, M. (2018). Una revisión del protocolo Draw-a-Scientist-Test (DAST). *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, *15*(3), 3104-01-3104-19.

Windfuhr, M. y Jonsén, J. (2005). *Soberanía alimentaria. Hacia la democracia en sistemas alimentarios locales*. Heifer International.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1QZm3Zak6irjrAP5gW2emwBL6kTUShe4_/view

ISBN 978-987-47159-9-9

PROPUESTA DE TALLERES PRÁCTICOS UNIVERSITARIOS BASADOS EN INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN DE CARAMELOS DE MIEL FORTIFICADOS CON VITAMINA C PARA LA INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES

Carola del Valle Tapia

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu), San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.
cvtapia@fca.unju.edu.ar

Resumen

Este trabajo plantea la implementación de talleres prácticos extracurriculares para estudiantes universitarios, centrados en la elaboración de caramelos duros de miel fortificados con vitamina C, a partir de investigaciones previas. La iniciativa surge tras exitosas experiencias de transferencia con productores apícolas y una destacada participación estudiantil en talleres anteriores. Los talleres buscan integrar teoría, investigación y práctica, promoviendo competencias técnicas y analíticas en la producción de alimentos fortificados, incluyendo estudios sobre la estabilidad de la vitamina C, análisis físico-químicos y sensoriales, y cumplimiento de normativas alimentarias. Se desarrollan en cuatro etapas: introducción a la fortificación y elaboración de caramelos de miel; análisis físico-químico de la materia prima (miel) y del producto final (caramelos); evaluación de la estabilidad de la vitamina C en el tiempo; y análisis sensorial y aceptación del producto. El objetivo central es fortalecer la formación académica, preparar a los estudiantes para desafíos reales de la industria alimentaria, fomentar el trabajo colaborativo e impulsar la innovación, al tiempo que se refuerza la importancia de la calidad y el cumplimiento normativo en la producción alimentaria. La propuesta apunta a una formación integral, conectando conocimientos científicos y preparándolos para los desafíos de un mercado laboral exigente y dinámico.

Palabras clave: *caramelos fortificados, vitamina C, análisis físico-químicos, análisis sensorial, educación universitaria*

1. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de reforzar el aprendizaje teórico y práctico relacionado con la elaboración de caramelos duros de miel fortificados con Vitamina C, se diseñaron una serie de talleres dirigidos a estudiantes universitarios. Estos talleres ofrecen una oportunidad para que los estudiantes adquieran experiencia práctica en la elaboración de productos fortificados, así como en la realización de análisis físico-químicos y sensoriales, utilizando los mismos métodos descritos en trabajos de investigación realizados previamente.

1.1. Marco Teórico

El ácido ascórbico (AA), conocido comúnmente como vitamina C, es una vitamina hidrosoluble indispensable para los seres humanos. Se presenta en dos formas: ácido L-ascórbico (en su forma reducida) y ácido L-dehidroascórbico (DHAA, en su forma oxidada). Esta vitamina es crucial para la formación de colágeno y L-carnitina, participa en la conversión de colesterol en sales biliares y en la absorción del hierro no hemo. Además, desempeña un papel importante en los procesos esteroidogénicos a nivel adrenal y en la neutralización de especies reactivas de oxígeno, lo que ayuda a mitigar el daño en el ADN (Buettner, 1993; Schlueter y Johnston, 2010). También es clave en la estimulación y modulación de la respuesta inmunitaria (Jafari et al., 2019), y estudios recientes destacan su importancia en la inmunidad contra el Sars-Cov-2 (Erol, 2020). Los niveles plasmáticos normales de vitamina C varían entre 0.5 y 1.6 mg/dL, considerándose deficiencia marginal entre 0.19 y 0.40 mg/dL, y una deficiencia establecida con valores inferiores a 0.19 mg/dL. La falta de esta vitamina puede provocar hemorragias, cicatrización deficiente, lenta curación de heridas y anemia (Chawla y Kvarnberg, 2014; Walter, 1994).

El Acido L-Ascórbico (AA) tiene la fórmula empírica $C_6H_8O_6$ y una masa molecular de 176,13 uma (Fennema, 2010). Su nombre IUPAC es: 5-((s)-1,2-dihidroxietil)-3,4-dihidroxifuran-2(5H)-ona.

ISBN 978-987-47159-9-9

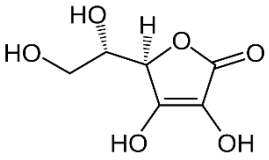


FIGURA 1. *Estructura química del ácido L-ascórbico, también llamado: 5-((s)-1,2-dihidroxietil)-3,4-dihidroxifuran-2(5H)-ona*

A diferencia de muchos mamíferos, los seres humanos no pueden sintetizar la vitamina C debido a la falta de la enzima L-gulonolactona-oxidasa, necesaria en la cadena biosintética que convierte la glucosa en ácido ascórbico (IOM, 2000). Por esta razón, y debido a la incapacidad del cuerpo para almacenar este compuesto, dependemos de fuentes externas para cubrir nuestras necesidades nutricionales, tales como cítricos (naranja, frutilla, limón) y vegetales como brócoli, pimiento y tomate. El pescado y la leche también son fuentes, aunque en menor proporción.

La vitamina C se ingiere en su forma reducida u oxidada y se absorbe a través del intestino delgado. El AA se absorbe mediante transporte activo, mientras que el ácido dehidroascórbico se incorpora con menor frecuencia por difusión facilitada (Schlueter y Johnston, 2010). Estos compuestos son inestables y pueden ser degradados por factores como la luz, el oxígeno, la temperatura y el ambiente alcalino (Rojas, 1995). Las pérdidas pueden ser significativas durante el almacenamiento y la cocción (OMS y FAO, 2017), lo que lleva a un grado variable de degradación.

Hoy en día, es posible obtener vitamina C a través de alimentos fortificados, en los que la cantidad de vitamina se incrementa por encima del contenido natural promedio mediante su suplementación. Las innovaciones tecnológicas han permitido la fortificación de alimentos con nutrientes esenciales, con el objetivo de contrarrestar la baja ingesta de éstos.

La fortificación es un proceso alimentario que implica la adición de uno o más nutrientes a un alimento para mejorar su calidad nutricional y ayudar a prevenir deficiencias en la población. Esto se realiza basándose en el nivel de consumo del alimento seleccionado, la efectividad de la fortificación y el riesgo de exposición a niveles excesivos de vitaminas y minerales (Dary et al., 2013; Flores-Ayala y Caballero, 2013). En Argentina, el Código Alimentario Argentino (CAA) regula los alimentos fortificados en su capítulo XVII, artículo 1363 (Resolución Conjunta SPyRS y SAGPyA N° 118/2008 y N° 474/2008).

El análisis sensorial se define como la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las respuestas a los productos percibidas a través de los sentidos del gusto, vista, olfato, oído y/o tacto. Las pruebas de consumidores miden la preferencia hacia un producto, buscando su aceptación en el mercado, definida como “consumo con placer”. En las pruebas hedónicas, se solicita a los consumidores que evalúen su grado de satisfacción general (liking) hacia un producto utilizando una escala proporcionada por el analista (Rodríguez-Moldes Rey, 2014).

En la actualidad, la comercialización de productos fortificados ha crecido, pero la literatura científica cuenta con pocos estudios que analicen la estabilización y/o recuperación de vitamina C. Durante los años 2019 al 2022 se realizaron investigaciones en la Facultad de Ciencias Agrarias de Jujuy pudiendo establecer la biodisponibilidad en el tiempo de la vitamina en caramelos duros de miel y el efecto de los envases.

Basados en estas investigaciones y para lograr un impacto significativo en la formación de los estudiantes universitarios, proponemos la realización de talleres extracurriculares prácticos. Estos talleres estarán alineados con la normativa vigente y se enfocarán en respetar los parámetros físico-químicos esenciales para la producción de CDM.

El principal objetivo de esta iniciativa es fomentar la comprensión y aplicación de conceptos teóricos aprendidos en las aulas, capacitando a los estudiantes en la elaboración de productos fortificados. Al participar en la producción de caramelos enriquecidos, los estudiantes desarrollarán habilidades en análisis físico-químicos y sensoriales, aspectos clave en la industria alimentaria.

Además, se evaluará la estabilidad del contenido de vitamina C mediante un método accesible y reproducible en laboratorios de baja complejidad. Esta evaluación no solo reforzará los conocimientos teóricos,

ISBN 978-987-47159-9-9

sino que también permitirá a los estudiantes enfrentarse a desafíos reales en la estabilidad de nutrientes en productos alimenticios.

Finalmente, se llevará a cabo una prueba sensorial para determinar la aceptabilidad de los caramelos en la población target para este alimento, promoviendo así el trabajo en equipo y el pensamiento crítico en la resolución de problemas técnicos y científicos. Este enfoque integral no solo proporcionará una experiencia práctica enriquecedora, sino que también permitirá a los estudiantes aplicar y consolidar sus conocimientos teóricos en un contexto real, preparándolos para enfrentar los retos de la industria alimentaria.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Fortalecer la comprensión teórica y práctica en la elaboración de productos alimentarios fortificados con vitamina C, mediante la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos en un entorno educativo experimental.

2.2. Objetivos Específicos

- Aplicar conocimientos científicos: Capacitar a los estudiantes en el uso de metodologías basadas en investigaciones científicas previas, enfocadas en la fortificación y estabilización de la vitamina C en productos como caramelos de miel.
- Desarrollar habilidades prácticas: Fomentar el aprendizaje de técnicas de elaboración de caramelos de miel fortificados con vitamina C, integrando métodos de análisis físico-químico y sensorial aplicados en la investigación alimentaria.
- Evaluar la estabilidad del producto: Desarrollar competencias en la medición y análisis de la estabilidad de la vitamina C en los caramelos, empleando técnicas sencillas y reproducibles.
- Realizar pruebas de aceptación sensorial: Capacitar a los estudiantes en la realización de pruebas sensoriales para evaluar la aceptabilidad y preferencia de los productos en la población objetivo.
- Fomentar la innovación y la resolución de problemas: Estimular el pensamiento crítico y el trabajo en equipo en la resolución de problemas técnicos y científicos, preparando a los estudiantes para abordar desafíos en el sector alimentario y de fortificación nutricional.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este conjunto de talleres prácticos, diseñados para periodos extracurriculares, está basado en investigaciones científicas previas sobre fortificación de alimentos y pretende que los estudiantes apliquen sus conocimientos en la producción y análisis de alimentos enriquecidos. Los materiales y equipos que se utilizarán provienen de los laboratorios de la Facultad de Agronomía y están organizados según los siguientes talleres:

3.1. Materiales y equipos disponibles para la ejecución de los talleres

Miel pura, ácido ascórbico en polvo (como fuente de vitamina C), azúcar y agua destilada. Moldes para caramelos, guantes de látex.

Muestras de miel y de los caramelos elaborados en el Taller 1, reactivos específicos para el análisis de HMF y azúcares reductores. Reactivo de yodo y almidón soluble para la titulación redox, agua destilada.

Formatos de encuesta hedónica impresos o digitales, lápices o tabletas para facilitar la encuesta.

Balanza digital, termómetro de cocina, mechero o cocina eléctrica de laboratorio, probetas, y vasos de precipitados, refractómetro, estufa de secado, espectrofotómetro, y material para valoraciones volumétricas (buretas, pipetas, soluciones patrón).

También se dispondrá de espacio para pruebas sensoriales, vasos con agua para enjuague bucal entre pruebas, y una computadora para registrar y analizar los datos de la encuesta.

ISBN 978-987-47159-9-9

3.2. Talleres a desarrollar

- ***Taller 1: Introducción a la fortificación de alimentos y elaboración de caramelos duros de miel***

Contenido teórico: Se introducirá a los estudiantes en los conceptos básicos de la fortificación de alimentos, con énfasis en la importancia de la vitamina C en la nutrición humana y los desafíos asociados a su estabilidad. Se explicarán los procesos de elaboración de caramelos duros, las propiedades de los ingredientes, y el impacto de la temperatura en la estabilidad de la vitamina C.

Actividad práctica:

Análisis de diferentes productos fortificados disponibles en el mercado, seguido de una discusión sobre la selección de alimentos para fortificación y su impacto en la salud pública.

Elaboración artesanal de caramelos duros de miel fortificados con vitamina C, en la cual los estudiantes medirán y mezclarán ingredientes, controlarán la temperatura de cocción y moldearán los caramelos.

- ***Taller 2: Análisis físico-químico de la miel y los caramelos***

Contenido teórico: Los estudiantes aprenderán métodos de análisis físico-químico de la miel (azúcares reductores, HMF, humedad) y de los caramelos (HMF, humedad residual).

Actividad práctica: Los estudiantes realizarán análisis físico-químicos en muestras de miel y caramelos elaborados en el taller anterior, utilizando equipos de laboratorio comunes en la industria alimentaria.

- ***Taller 3: Evaluación de la estabilidad de la Vitamina C***

Contenido teórico: Se discutirán los factores que afectan la estabilidad de la vitamina C en productos alimenticios y los métodos de cuantificación.

Actividad práctica: Los estudiantes realizarán la cuantificación de la vitamina C en los caramelos elaborados, utilizando la técnica de titulación redox, para evaluar la estabilidad del nutriente en el tiempo bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

- ***Taller 4: Análisis sensorial y encuesta de aceptación***

Contenido teórico: Se presentarán los fundamentos del análisis sensorial y el diseño de encuestas hedónicas para medir la aceptabilidad de productos alimenticios.

Actividad práctica: Los estudiantes realizarán una prueba sensorial con los caramelos elaborados.

3.3. Evaluación de los Talleres

Al finalizar los talleres, los estudiantes presentarán un informe con los resultados obtenidos durante las actividades prácticas y una reflexión sobre los desafíos y soluciones implementadas. Se organizará una discusión grupal para consolidar los aprendizajes y compartir experiencias.

CONCLUSIONES

Los talleres permiten un aprendizaje integral a los estudiantes combinar teoría y práctica en la fortificación de alimentos, concretamente en la producción de caramelos de miel con vitamina C.

A través de actividades de laboratorio, los estudiantes adquieren habilidades en análisis físico-químico y sensorial, aplicables en la industria alimentaria. Aprenden sobre la importancia de la fortificación en salud pública y sobre las regulaciones, lo que enriquece su formación en un contexto real.

Se logra una innovación educativa y vinculación productiva, conectan la educación universitaria con el entorno local, facilitando la transferencia tecnológica y el trabajo colaborativo con productores.

Los conocimientos prácticos y técnicos adquiridos incrementan las oportunidades de empleo para los estudiantes en el sector alimentario.

Los talleres podrían generar resultados útiles para investigaciones futuras en la estabilidad de nutrientes y el desarrollo de productos innovadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (2015). Disposición 4782-15. http://www.anmat.gov.ar/boletin_anmat/Junio_2015/Dispo_4782-15.pdf

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (2015). Folio 162. Bayer S.A.

Bastías Montes, J. M., & Cepero Betancourt, Y. (2016). *La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos*. Departamento de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencias de la Salud y los Alimentos, Universidad del Bío Bío. https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v43n1/art12.pdf

Belitz, H. D., & Grosch, W. (1987). *Food chemistry* (pp. 634-636). Springer -Verlag.

Buettner, G. R. (1993). The pecking order of free radicals and antioxidants: Lipid peroxidation, alpha-tocopherol, and ascorbate. *Archives of Biochemistry and Biophysics, 300(*2), 535-543.

Cedeño Briones, M. A. (2009). *Determinación de la temperatura vítreo transición en caramelos duros* (Tesis de grado). Facultad de Ingeniería en Mecánica y Producción, Guayaquil, Ecuador.

Chawla, J., & Kvarnberg, D. (Eds.). (2014). *Handbook of clinical neurology* (p. 891-914). Elsevier B.V.

Código Alimentario Argentino (CAA). (2019). Capítulo 10: Alimentos Azucarados. Ley 18284.

Dary, O., Mora, J. O., & Caballero, B. (2013). Food fortification: Technological aspects. In *Encyclopedia of human nutrition*. Waltham Academic Press.

Erol, A. (2020). *High-dose intravenous vitamin C treatment for COVID-19* (a mechanistic approach). Pre-print.

Farmacopea Nacional Argentina. (1978). Publicación Oficial (6a ed.). Editorial Códex, S.A.

FDA. (n.d.). Food. http://www.fda.gov/Food/default

Fennema, O. R. (2010). *Química de los alimentos* (3a ed.). Editorial Acribia.

Flores-Ayala, R. C., & Caballero, B. (2013). Food fortification: Programs. In *Encyclopedia of human nutrition. Waltham* Academic Press.

Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). (2004). Vitamin and mineral requirements in human nutrition (2a ed.). World Health Organization. http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf

Institute of Medicine (IOM). (2000). *Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids.* The National Academy of Sciences.

Jafari, D., Esmaeilzadeh, A., Mohammadi-Kordkhayli, M., & Rezaei, N. (2019). Vitamin C and the immune system. In M. Mahmoudi & N. Rezaei (Eds.), *Nutrition and immunity*. Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16073-9_1

Rodríguez Medina, D., Díaz-Moreno, C., & Novoa, C. (2015). *Condiciones de proceso e indicadores de calidad para la elaboración de caramelos blandos con inclusión de miel y polen apícola.* Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

Rodríguez-Moldes Rey, C. (2014). *Introducción al análisis sensorial: Estudio hedónico del pan en el IES Mugardos*. Sociedad Galega para a Promoción da Estatística e da Investigación de Operacións (SGAPEIO).

Rojas, A. M. L. (1995). *Destrucción de vitamina C en sistemas modelo de actividad acuosa reducida* (Tesis de Doctorado). Universidad de Buenos Aires.

Schlueter, A. K., & Johnston, C. (2010). Vitamin C: Overview and update. Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine, 16(1), 49-57.

Vásquez, M. (2012). *Efecto del envase sobre la estabilidad de la vitamina C en caramelos de gelatina* (Tesis de Magíster). Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.

Walter, P. (1994). Vitamin requirements and vitamin enrichment of foods. Food Chemistry, 49(2), 113-117.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1GjN4qEOIkfvBiR3YR9DxuyYHmQYJmyaP/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EDUCACIÓN ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL: ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN DESDE LA UNIVERSIDAD

María Silvina Reyes

Cátedra de Química General e Inorgánica - Facultad de Humanidades y Ciencias - Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL), Santa Fe, Argentina.
mariasilvinareyes@hotmail.com

Irma Verónica Wolf

Cátedra de Química, Nutrición y Legislación de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL), Santa Fe, Argentina.
vwolf@fiq.unl.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo se detalla el diseño, la implementación y los resultados de una actividad de extensión desarrollada en la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) durante el período 2021-2022. En la FIQ se encuentra en vigencia el Ciclo Experimentar conCiencia, un espacio abierto a los docentes universitarios donde se los convoca a presentar propuestas teórico-experimentales acerca de diferentes problemáticas de interés para las Ciencias Exactas y Naturales. En el marco de este programa, se conformó un equipo interdisciplinario de trabajo que incluyó docentes-investigadores del área de la química, la microbiología y la tecnología de alimentos, docentes especializados en la didáctica de las ciencias, estudiantes avanzados del profesorado en Química y una especialista externa, quienes participaron en el diseño y el desarrollo de un ciclo de 10 talleres donde se abordó la temática de los alimentos desde una perspectiva sistémica. Dado que el público destinatario fueron docentes de escuelas de nivel primario y secundario, se incluyó en cada taller una propuesta de actividades teórico-prácticas para trabajar en las aulas. La presente actividad de extensión ofreció a los docentes participantes herramientas y capacitación para mejorar la calidad de enseñanza.

Palabras clave: *extensión; educación alimentaria y nutricional; interdisciplinariedad; competencias alimentarias; talleres*.

1. INTRODUCCIÓN

La FIQ tiene una amplia trayectoria tanto en el desarrollo de actividades y proyectos de Extensión como en su aporte a la elaboración e implementación de políticas que impulsen y promuevan las mismas. Desde el área de extensión de la FIQ se promueve un ciclo de propuestas para docentes denominado *Experimentar conCiencia: Nuevas realidades, nuevas oportunidades para la enseñanza de contenidos científicos*. El mismo surgió a partir de un cuestionario dirigido al público destinatario (docentes de escuelas, estudiantes terciarios, etc.) que permitieron conocer las temáticas de interés, donde se evidenció además la necesidad de contar con estrategias y herramientas que aporten a un "aprender haciendo", con actividades sencillas y accesibles para realizar tanto en el aula como en el laboratorio escolar. Este programa permite que docentes de la universidad elaboren propuestas teórico-experimentales acerca de diferentes problemáticas de interés para la Matemática, la Física y la Química generando vínculos que permitan enriquecer la enseñanza de las ciencias exactas y naturales (https://www.fiq.unl.edu.ar/culturacientifica/experimentar-conciencia/).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define a la EAN como "aquellas estrategias educativas diseñadas para facilitar la adopción voluntaria de conductas alimentarias y otros comportamientos relacionados con la alimentación y la nutrición propicios para la salud y el bienestar; ellas están enfocadas en el desarrollo de habilidades de los sujetos para tomar decisiones adecuadas en cuanto a su alimentación y en la promoción de un ambiente alimentario propicio" (Bejarano Roncancio, 2023). De acuerdo a De La Cruz Sánchez (2015), la EAN requiere considerar los diversos factores que la conforman tanto individualmente como sus interrelaciones, entre los cuales destaca: el componente nutricional, los hábitos

ISBN 978-987-47159-9-9

alimentarios, el componente educativo (estrategias didácticas), el componente social (políticas públicas) y la cultura alimentaria. Educar sobre la necesidad e importancia de una buena alimentación implica: descubrir y erradicar creencias, mitos y conductas erróneas; el conocimiento, el respeto y la valoración de la cultura gastronómica; concientizar sobre los roles que juega o debe jugar la alimentación en la vida, la salud, los aprendizajes, la producción, distribución y consumo de alimentos; fomentar conceptos, actitudes y conductas claras y fundamentales sobre la alimentación. Si se piensa entonces en la alimentación y sus contextos, es importante destacar que hace algunos años han surgido nuevos términos vinculados a la educación, las políticas públicas y la salud, como son las competencias en alimentación (España Ramos et al., 2014). Las mismas se estructuran en torno a cuatro ejes: los alimentos, dieta y salud; la seguridad alimentaria; la sensibilización como consumidores responsables y, por último, la cocción y la manipulación de alimentos. Los tres primeros temas están centrados en conocimientos, mientras que el último (cocinar y manipular alimentos) pone énfasis en las habilidades. Además, actualmente, otros aspectos y enfoques se vinculan a la EAN tales como educación en salud (ES), alfabetización en salud (AS), promoción de la salud (PS), alfabetización alimentaria (AA), alfabetización nutricional (AN). El objetivo de estudios recientes es distinguir las complejidades contextuales entre la EAN, AN y la ES, para identificar las perspectivas de intervención en promoción y prevención de las problemáticas alimentarias y nutricionales, desde un enfoque integral (Bejarano Roncancio, 2023).

A partir de comprender el rol de los alimentos en los distintos aspectos de la vida de las personas y fundamentalmente en la salud, y la complejidad de los eventos alimentarios en toda su dimensión, es factible diseñar propuestas didácticas que posibiliten a docentes del nivel primario y secundario contar con materiales y recursos que puedan trabajar en las aulas, teniendo en cuenta las competencias en alimentación (Reyes et al., 2023). Dentro de los recursos educativos posibles de utilizar para realizar la EAN se encuentran indicaciones verbales, material escrito, uso de internet, dispositivos portátiles, aplicaciones de teléfonos inteligentes, e incluso la clase de cocina. La evidencia demuestra que la EAN impacta favorablemente la adherencia a las intervenciones nutricionales, lo cual a la vez se ve reflejado en efectos positivos en la salud (Espejo et al., 2022).

En consonancia con lo mencionado anteriormente, Garritz (2011), sostiene que la didáctica actual de las Ciencias Naturales se encuentra atravesada por nuevas expectativas de aprendizaje, también denominadas paradigmas de la enseñanza de las ciencias, como por ejemplo las cuestiones socio-científicas, las competencias, los modelos, las analogías, el contexto y la indagación, entre otras. La incorporación de las metaciencias en la enseñanza de las Ciencias Naturales es también un aspecto que ha alcanzado a la temática de la alimentación, siendo más recientes los abordajes geográficos y de las Ciencias Jurídicas (Lampert, 2022; Lampert y Crivaro, 2023).

En el marco del escenario presentado, un grupo de docentes-investigadores de dos unidades académicas, estudiantes de grado y una especialista externa llevaron a cabo un trabajo de extensión en la temática de los alimentos que contemplara los aspectos disciplinares y que aportara un abanico de actividades teórico-prácticas y fuentes de información disponibles al público destinatario (docentes de escuelas) para contribuir de este modo a impulsar la EAN en las escuelas.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo tiene un doble propósito: compartir el diseño y el desarrollo del ciclo de talleres enmarcados en un programa de extensión de la FIQ como instrumento de capacitación sobre EAN en las instituciones educativas y analizar las propuestas didácticas presentadas por las y los docentes cursantes de los talleres teniendo como marco de referencia las competencias en alimentación.

3. METODOLOGÍA

3.1. Génesis de la propuesta.

3.1.1. Selección del tema y conformación del equipo de trabajo

Cuando se piensa en generar una propuesta de extensión que contemple contenidos disciplinares con diferentes miradas y una transposición de los contenidos a otro nivel educativo se requiere de un grupo

ISBN 978-987-47159-9-9

interdisciplinario de trabajo. En la FIQ hay dos centros de investigación (Instituto de Tecnología Alimentaria (ITA), Instituto de Lactología Industrial (INLAIN), dos carreras de grado (Ingeniería en Alimentos y Licenciatura en Ciencias y Tecnologías de alimentos), dos carreras de posgrado (Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos) cuyo objeto de estudio y de investigación son los alimentos. Además, una gran diversidad de asignaturas sobre alimentos se ofrece en forma obligatoria u optativa para las diversas carreras de la facultad (Química, Nutrición y Legislación de los Alimentos, Microbiología de Alimentos, Preservación de Alimentos, etc). Por lo tanto, hay un gran número de docentes con experiencia en el tema, aunque en la mayoría de los casos su especialidad es la Química, la Microbiología y la Tecnología de Alimentos. Sin embargo, estas dimensiones deben ser complementadas con otras, las socio-culturales, nutricionales, antropológicas, históricas, etc., e integradas como un todo, asegurando de este modo una visión holística de los alimentos. En la búsqueda por cubrir estos espacios se convocó a docentes y egresados de otras unidades académicas de la UNL que cuentan con la formación disciplinar en estas áreas. Por otro lado, pensar en la transposición didáctica y trabajar en el conocimiento didáctico del contenido requiere de docentes con experiencia en la didáctica. En la Facultad de Humanidades y Ciencias (FHUC) dependiente de la UNL se dictan diferentes profesorados, siendo el Profesorado de Química una carrera compartida entre la FIQ y la FHUC. Teniendo en cuenta la necesidad de darles espacios y oportunidades a los alumnos del profesorado para la aproximación al rol docente se convocó también a estudiantes avanzados del profesorado en Química, que ya hubieran cursado la materia Química, Nutrición y Legislación de Alimentos, y la Didáctica Específica de la carrera para que participaran de la propuesta armando actividades teórico-prácticas de índole didáctico-pedagógicas, para socializar con los docentes que participarían del mismo. La supervisión de la preparación de las actividades y de la presentación de las mismas estuvo a cargo de docentes de la FHUC que dictan Didáctica II y la Práctica Docente en escuela secundaria, materias que forman parte del plan de estudio del profesorado en Química.

3.1.2. Armado de los talleres

A principios del año 2021, el equipo de trabajo conformado interdisciplinariamente elaboraron una propuesta de talleres sobre la temática de los alimentos que contemple una mirada sistémica de los mismos, contemplado además de la tradicional mirada química, biológica y nutricional, otras dimensiones tales como la historia, el presente y el futuro de los alimentos, las formas de producir alimentos y las problemáticas de las pérdidas y desperdicios, los requisitos legales respecto a la rotulación, los aspectos socioculturales, etc. Estos contenidos se distribuyeron en nueve talleres de 2 h 30 min de duración que incluyó en cada caso aspectos disciplinares específicos y actividades teórico-prácticas, diagramándose un taller final para aquellos docentes que quisieran acreditar el ciclo.

El ciclo se denominó: *El fascinante mundo de los alimentos: una mirada holística e interdisciplinaria. Problemáticas, desafíos, debates y propuestas didácticas para trabajar en las aulas*. El título de cada taller y una breve descripción de los mismos se detalla a continuación:

Taller 1: *Pasado, presente y futuro de los alimentos: ¿somos lo que comemos o comemos según lo que somos?*

El taller se centró en el rol que la alimentación tuvo en los millones de años de evolución desde los primeros homínidos hasta la creación de las distintas sociedades históricas y actuales. A partir de un enfoque antropológico se relacionaron las transiciones alimentarias de los seres humanos con los cambios que se manifestaron en lo nutricional, en lo demográfico, en lo epidemiológico, en la organización sociopolítica, etc.

Taller 2: *Rotulado de los alimentos: lo que tenemos que saber cómo consumidores…*

Se abordó el rotulado de los alimentos envasados enmarcado en lo que establece la legislación vigente (CAA y normas Mercosur). Se aportaron datos sobre encuestas relacionadas con el nivel de conocimiento sobre rotulado por parte de los consumidores. Se trabajó con rótulos para identificar la información obligatoria y opcional y analizar el rotulado nutricional y el etiquetado frontal.

Taller 3: *La química de los alimentos: conocer la composición para hacer elecciones saludables*

Se abordó la temática de los alimentos desde el punto de vista químico y nutricional, profundizándose en la estructura química de los distintos constituyentes mayoritarios y minoritarios presentes en los alimentos y su rol nutricional. También se analizaron los aportes nutricionales que realizan los distintos grupos de alimentos a la dieta.

ISBN 978-987-47159-9-9

Taller 4: *Calidad e inocuidad de alimentos… y el uso de microorganismos con fines benéficos*

Se presentó la temática de la calidad e inocuidad de alimentos y se analizaron los sistemas de control alimentario y las medidas higiénico-sanitarias que se pueden implementar en el hogar y en la escuela para minimizar los efectos de las enfermedades transmitidas por los alimentos. Se incluyó entre los contenidos a los microorganismos presentes en los alimentos fermentados y los beneficios de su consumo.

Taller 5: *Educación alimentaria y los desafíos en el ámbito escolar*

Se presentó la temática de la EAN en las escuelas. A partir de estadísticas actuales a nivel nacional y mundial sobre malnutrición y desnutrición en niños/as, adolescentes y adultos se reflexionó sobre los factores socio-ambientales y culturales asociados al sobrepeso y a la obesidad y cómo los entornos escolares pueden convertirse en ámbitos ideales para promover hábitos saludables.

Taller 6: *Nuevas tendencias alimentarias en el siglo XXI: ¿evolución o revolución en el consumo? El rol de las redes sociales y la publicidad en las nuevas elecciones de los jóvenes*

Durante el desarrollo del taller se abordó la temática de las formas de alimentarnos y las elecciones alimentarias que podemos realizar. Si bien las nuevas tendencias alimentarias datan de varias décadas, en los últimos años se observan posiciones mucho más firmes. Además, los jóvenes son particularmente sensibles a estos nuevos paradigmas si a ello se suma la fuerte influencia de las redes sociales y la publicidad que condicionan fuertemente sus elecciones alimentarias Por ello, se analizó el efecto de las redes sociales y la publicidad en la alimentación de los jóvenes.

Taller 7: *Producción de alimentos e impacto ambiental. ¿Hacia dónde vamos?*

En este taller se reflexionó sobre la forma en que se producen los alimentos en el mundo y su impacto en el medio ambiente. En las últimas décadas, ha cambiado sustancialmente la forma en la cual los alimentos se producen, distribuyen, comercializan y consumen; esto es una consecuencia de la globalización, los procesos de urbanización, el desarrollo tecnológico, la apertura de los mercados y la liberación del comercio. Ante este contexto han surgido sistemas alternativos que promueven una producción de alimentos sustentable y amigable con el medio ambiente.

Taller 8: *Desperdicios y pérdidas de alimentos: ¡tiempo de actuar!*

Los datos indican que cerca de un tercio de los alimentos que se producen en el mundo son descartados, lo que equivale a unos 1.300 millones de toneladas anuales. En el taller se abordó la problemática de los desperdicios y pérdida de alimentos y se reflexionó sobre las formas de consumo. También se plantearon acciones para trabajar en los hogares y en las escuelas a fin de concientizar y contribuir a disminuir los desperdicios/pérdidas de alimentos.

Taller 9: *Aspectos sociales y culturales de la alimentación: el derecho de los pueblos a una alimentación adecuada*

En este taller se exploró la temática de los alimentos y la alimentación desde una perspectiva social y cultural, destacando la importancia de las costumbres alimentarias en la construcción de la identidad de los pueblos y las sociedades. También se abordó el concepto de Seguridad Alimentaria desde sus múltiples dimensiones.

Taller 10: *Reflexiones y conclusiones finales*

En este encuentro se realizó un cierre del ciclo presentando reflexiones y conclusiones sobre lo que dejaron los diferentes encuentros. Se expusieron oralmente los trabajos de los docentes que optaron por acreditar el ciclo de talleres.

3.2. Implementación de los talleres

Los talleres se desarrollaron entre los años 2021 y 2022 teniendo una duración de 9 meses. En el sitio web https://www.fiq.unl.edu.ar/culturacientifica/extension-fiq/el-fascinante-mundo-de-los alimentos/ se presenta el cronograma junto con un resumen de la temática abordada y el equipo responsable de su dictado.

La modalidad de dictado de los talleres fue virtual (formato aconsejado debido a la pandemia); sólo uno de los mismos se desarrolló en forma híbrida, dándole la oportunidad a los participantes de participar en forma presencial llevando a cabo las diferentes actividades experimentales propuestas.

El equipo responsable estuvo conformado por 7 docentes-investigadores quienes tuvieron a su cargo el abordaje de los contenidos disciplinares, 12 estudiantes del profesorado en Química que compartieron la

ISBN 978-987-47159-9-9

propuesta de actividades prácticas y 4 docentes de la FHUC que supervisaron el desempeño de los alumnos participantes.

Los cursantes pudieron optar por realizar los talleres en forma individual, en cuyo caso se otorgaron certificados de asistencia, o acreditar el ciclo completo de talleres para lo cual debieron asistir como mínimo a 6 talleres y realizar un trabajo escrito que debió ser aprobado y socializado con el resto de los docentes en el taller 10.

Para la redacción del trabajo escrito se definieron los siguientes lineamientos:

- ✓ Se podrá llevar a cabo en forma individual o grupal (de la misma o de distintas instituciones si tienen un tema en común, pero no más de 6 personas).
- ✓ El informe debe contener datos de la institución a la cual pertenecen, características de la misma, etc., como así también cursos en los cuales dan clases. Luego se debe realizar una propuesta pedagógica/didáctica indicando como implementarían en sus cursos la temática de los alimentos, teniendo en cuenta lo visto en los talleres realizados. Se solicita una descripción de actividades a desarrollar. Tener siempre presente la necesidad de trabajar los contenidos interdisciplinariamente y consultar la bibliografía que se compartió en los distintos talleres.
- ✓ En el caso de los docentes que ya estén participando institucionalmente en proyectos relacionados con la alimentación, se sugiere realizar un resumen del mismo, indicando el grado de avance y los resultados (si ya se tienen o los que se esperan).
- ✓ En el caso de docentes/estudiantes que no estén en ejercicio de la docencia (o trabajen realizando reemplazos) pueden realizar la propuesta solicitada imaginando un escenario, ya sea de nivel primario o secundario, del mismo modo que se vio durante los talleres con la propuesta presentada por los alumnos de profesorado.
- ✓ Se sugiere una extensión de 10 a 15 páginas (esto es orientativo).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los distintos talleres participaron en promedio unos 30 docentes de nivel primario y secundario de diferentes instituciones educativas de la región, que incluyó localidades de las provincias de Santa Fe y Entre Ríos. Ellos tuvieron una participación activa durante los encuentros a través de la formulación de preguntas en el chat. Al finalizar cada uno de los talleres se destinó un tiempo para escuchar sus opiniones y conocer la realidad educativa.

Los docentes manifestaron que todos los talleres fueron de interés. A los efectos de este trabajo se profundiza en dos talleres por su particular dinámica: el taller 3 que fue el único que se realizó en modalidad híbrida y que permitió que aquellos participantes que asistieron en forma presencial realizaran actividades experimentales simples (AES), y el taller 10 que correspondió a una jornada de cierre con reflexiones finales, y con la exposición oral virtual de trabajos para aquellos participantes que optaron por acreditar el ciclo de talleres.

En el caso del taller 3 se propusieron una serie de actividades experimentales simples (AES) para llevar a cabo en escuelas de educación de nivel primario y/o nivel secundario. Las AES son actividades, acciones o situaciones donde el resultado, si bien es desconocido (y hasta sorprendente para los estudiantes) está predeterminado por una teoría consensuada científicamente, planificado didácticamente y cuyo objetivo primordial es que los estudiantes aprendan algún contenido (seleccionado intencionalmente) de química (algún concepto, técnica, destreza, o actitud o varios de ellos), y con la particularidad, que además, pueden ser implementadas en aulas convencionales u otro tipo de espacios, es decir, no es necesario un laboratorio (Reverdito y Lorenzo, 2007). Teniendo en cuenta lo anterior, las AES poseen la ventaja de utilizar recursos accesibles para los docentes y las instituciones, de baja complejidad para implementarlos, seguros para los alumnos y no necesitan de un laboratorio. Entre las AES presentadas se destacaron: observación de gránulos de almidón al microscopio, determinación cualitativa del almidón, determinación cualitativa de proteínas, las antocianinas como indicadores de pH y cromatografía de pigmentos extraídos a partir de hojas de acelga. El desarrollo completo de esta propuesta se publicó en un artículo (Vallejos et al., 2022).

ISBN 978-987-47159-9-9

Del taller 10 participaron un total de 15 docentes y acreditaron de este modo el ciclo. Ocho (8) de ellos presentaron trabajos individuales y tres (3) propuestas fueron grupales.

En la FIGURA 1, se observan las diapositivas de presentación de dos de estos trabajos.

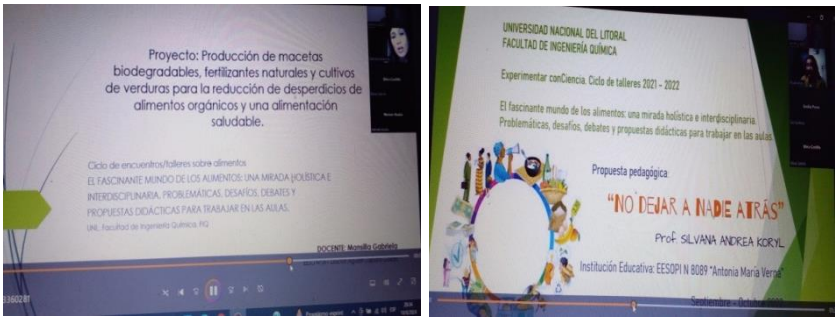


FIGURA 1. *Ejemplo de dos de los trabajos presentados por los cursantes. Fuente: elaboración propia*

La mayoría de los trabajos (70%) se centraron en el eje: Química de los alimentos y alimentación saludable, interrelacionando conceptos de la química, la nutrición y la biología. En algunos casos se planteó la interdisciplinariedad con Física e Inglés. Las actividades teórico-prácticas más recurrentes planteadas en las secuencias didácticas fueron el reconocimiento de componentes alimentarios, el trabajo con rótulos de alimentos, el armado de platos saludables para las diferentes comidas diarias, el análisis de lo que ofrecen las cantinas escolares, la implementación de quioscos saludables, etc. A partir de estos enfoques se pusieron en juego las siguientes competencias alimentarias: "Hacer caso de los consejos sobre una alimentación saludable para elegir una dieta variada y equilibrada a sus necesidades" y "Saber que los alimentos aportan energía y nutrientes en cantidades diferentes, que tienen funciones importantes en el cuerpo" (Food Standards Agency, 2009).

Otras dos propuestas hicieron hincapié en el tema de educación alimentaria, evidenciándose que la competencia alimentaria asociada fue: "Ser capaz de modificar las recetas y platos para hacerlas más saludables, usando distintos métodos de cocina y/o cambiando los ingredientes". En estos trabajos los autores también abordaron la problemática del desperdicio de alimentos y la concientización del impacto ambiental que esto conlleva, planteando la consigna: salvar y reciclar los restos de alimentos. La propuesta de actividades buscó además promover hábitos saludables como el consumo de frutas y verduras e incluyó la temática de la inclusión de huertas orgánicas escolares. En este sentido, fue interesante evidenciar una conciencia ambiental y conducta ecológica que irrumpe cada vez más en las instituciones escolares (Sánchez Castañeda, 2014) relacionadas con competencias alimentarias tales como: la sensibilización como consumidores responsables, la reducción de residuos de alimentos y el reciclado de los envases.

Por último, es necesario destacar uno de los trabajos titulados: "No dejar a nadie atrás", ya que se diferenció del resto de las propuestas, las cuales resultaron "más convencionales". En este caso, y teniendo en cuenta el proceso formativo del alumnado y las características de la escuela, la docente enmarcó su propuesta pedagógica desde una óptica sociológica y filosófica, destacando la cosmovisión cristiana católica, guiados principalmente por los aportes del Papa Francisco en las Exhortaciones Apostólicas sobre la fraternidad y la amistad social. A través de las actividades presentadas, la docente promueve que los alumnos implementen acciones concretas de realización personal y/o comunitaria y socialicen lo trabajado de una manera atractiva y novedosa.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Teniendo en cuenta los objetivos planteados y los resultados obtenidos se pueden resaltar los siguientes puntos:

- ✓ A lo largo del desarrollo del ciclo pusimos énfasis en el hecho que no es posible concebir la EAN como un proceso circunscripto a lo químico y a lo biológico. El paradigma actual soslaya la necesidad de un abordaje integral de la temática de la alimentación en la educación, la revalorización de la dieta para los niños,

niñas y adolescentes, el conocimiento y la adopción de hábitos alimentarios saludables en función de los estilos de vida, la importancia de la cultura alimentaria, entre otros aspectos. Resulta una tarea fundamental internalizar y transferir de manera certera los conocimientos que puedan mejorar la salud de las personas, debiendo priorizarse desde todos los ámbitos que tengan injerencia en esta problemática.

- ✓ A través de las propuestas presentadas por los docentes, se pudo analizar competencias en alimentación como, por ejemplo: conocer la composición química de los alimentos, comprender los beneficios para la salud de una dieta rica en frutas y hortalizas, manipular, preparar y conservar alimentos, minimizar los residuos y reciclar envases. Por otra parte, se evidenció la dificultad de abordar esta problemática desde una perspectiva sistémica.
- ✓ Con las exposiciones de los trabajos finales y las devoluciones de los participantes se observó la generación de reflexiones sobre la práctica cotidiana y el surgimiento de estrategias metodológicas adaptadas a la realidad educativa, permitiendo enriquecer la formación docente y mejorar la calidad de enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bejarano Roncancio, J. (2023). Educación alimentaria y nutricional en la salud pública. Complejidades y perspectivas. *Medicina*, 45(2), 284-294.

De La Cruz Sánchez, E.I. (2015). La Educación Alimentaria y Nutricional en el contexto de la educación inicial. *Paradigma,* 31(1), 161-183.

España Ramos, E., Cabello Garrido, A. y Blanco López, A. (2014). La competencia en alimentación. Un marco de referencia para la educación obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 611-29.

Espejo, J., Tumani, M., Aguirre, C., Sanchez, J. y Parada, A. (2022)- Educación alimentaria nutricional: Estrategias para mejorar la adherencia al plan dietoterapéutico. *Revista Chilena de Nutrición*, 49(3), 391-398. http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000300391

Food Standards Agency. (2009). Users' guide. Secondary school aged materials (11 to 14 years and 16+ years). https://dera.ioe.ac.uk/7510/13/ foodcompetencydraftria_Redacted.pdf

Garritz, A. (2011). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las ciencias*, *28*(3), 315-326.

Lampert, D. (2022). La enseñanza de las enfermedades transmitidas por alimentos y el desarrollo del pensamiento crítico. Aportes desde la geografía de la salud. Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

Lampert, D. y Crivaro, L. (2023). La educación CTS en Ciencias Jurídicas a partir de la alimentación. *Indagatio Didactica*, *15*(1), 285- 306. https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32234

Reverdito, A. y Lorenzo, M. G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química. *Revista Educación en la Química*, *13*(2), 108-121.

Reyes, M.S., Vignatti, C. y Pirovani, M.E. (2023). Competencias en alimentación: una mirada hacia el interior de las preparaciones vegetales licuadas tipo "smoothie". *Educación Química*, *34*(número especial), 55-67. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.4.86128e

Sánchez Castañeda, J. (2014). Contextualización y enfoques en el estudio de comportamientos proambientales o ecológicos con miras a la perfilación del consumidor verde. *Suma de Negocios*, *5*(3), 34-39.

Vallejos, L., Reyes, M.S, Ocampo, A.B., Rebechi, S. y Wolf, I.V. (2022). Conociendo la composición química de los alimentos a través de actividades experimentales simples. *Revista Anales de la Asociación Química Argentina*, 109 (número extraordinario), 31-37.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1xowWdUCubhCkx6xq43GcfVtRBHRao9oX/view

ISBN 978-987-47159-9-9

TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO Y DESEMPEÑO ACADÉMICO: UN ESTUDIO COMPARATIVO EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL E INORGÁNICA

David Possetto

Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
dpossetto@exa.unrc.edu.ar

Gabriela Marzari

Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
gmarzari@exa.unrc.edu.ar

Fernando Fungo

Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
ffungo@exa.unrc.edu.ar

Resumen

Presentamos una investigación sobre las probables asociaciones entre el desarrollo de la actividad de laboratorio y el desempeño académico en torno a una temática específica del contenido de la asignatura Química General, de la carrera de ingeniería agronómica de la Universidad Nacional de Río Cuarto. ¿La realización de trabajos prácticos de laboratorio se asocia al desempeño académico en instancias formales de evaluación (exámenes finales)? Para responder esta pregunta se realizó el análisis de exámenes finales escritos realizados por alumnos, se utilizó una combinación de métodos cuantitativos para evaluar el desempeño académico de los estudiantes. Los exámenes analizados fueron de diferentes cohortes de cursado, una que haya tenido la experiencia de laboratorio previo al examen final y otra que por cuestiones de contexto no realizaron ninguna experiencia de laboratorio. Analizando los resultados obtenidos podemos visualizar que la experiencia de laboratorio sobre la temática soluciones no contribuye significativamente a mejorar los desempeños académicos en instancias de exámenes finales para las cohortes analizadas. Una posible causa que explica estos resultados puede estar relacionada con que los alumnos siguen un protocolo durante la ejecución del práctico y este tipo de metodología no contribuye a la construcción crítica y del conocimiento significativo de los alumnos.

Palabras clave: Trabajos prácticos de laboratorio, Soluciones, exámenes finales, Química general.

1. INTRODUCCIÓN

En nuestro sistema educativo universitario, al igual que en otros países, se ha reconocido la necesidad e importancia del uso de prácticas de laboratorio como contenido del currículo, especialmente en asignaturas como química o física ya que motivan a las/os estudiantes, ayudan a la comprensión de conceptos, permiten acercarse a la metodología y los procedimientos propios de la indagación científica (observación, formulación de hipótesis, realización de experimentos, manipulación de técnicas, etc.). Todo ello constituye una oportunidad para el trabajo en equipo y el desarrollo de actitudes y aplicación de normas propias del trabajo experimental (planificación, orden, limpieza, seguridad, etc.).

El hecho de que los alumnos sean capaces de enfrentarse a situaciones cotidianas ó situaciones de la práctica profesional, analizándolas e interpretándolas a través de los marcos conceptuales adquiridos, es un objetivo fundamental de la formación universitaria (Pozo y Gómez Crespo, 1994). Las prácticas de laboratorio, en particular para asignaturas como química o física, constituyen una estrategia didáctica de primer orden para el planteamiento y la resolución de problemas.

ISBN 978-987-47159-9-9

Ahora bien, en la enseñanza de base constructivista, la experimentación y la observación servirán para aprender sólo si provocan que los estudiantes se haga preguntas, es decir, si conduce a representarse posibles interpretaciones de lo que se observa, para poderlas discutir (Gómez Moliné, y Sanmartí Puig., 2002). Se requiere dedicar tiempo a su preparación, afrontar y solucionar problemáticas relacionadas a su aplicación y esto requiere una dosis alta de motivación por parte del docente.

Numerosos autores señalan que no siempre las prácticas de laboratorio son efectivas ya que no se consiguen los aprendizajes esperados. Con frecuencia sus insuficiencias se atribuyen al carácter cerrado con que se diseñan, es decir, a su presentación como un conjunto de instrucciones ("tipo receta") que los estudiantes deben seguir, sin darles oportunidad para que aprecien cual es el objetivo que persigue la tarea propuesta y como puede ser resuelta (Caamaño, 2003). Asimismo, diversos estudios señalan que visiones deformadas acerca de la actividad científica pudieran estar siendo transmitidas, por acción u omisión, en los trabajos prácticos habituales.

En base a lo expuesto en los párrafos anteriores planteamos realizar un análisis de documentos (exámenes finales) de la materia Química General e Inorgánica, dictada en el primer cuatrimestre de primer año de la carrera ingeniería agronómica de la Universidad Nacional de Río Cuarto. En particular, se analizarán las respuestas de los alumnos a dos preguntas relacionadas con la temática "soluciones": una de las preguntas se corresponde con un cálculo matemático y la otra se corresponde con una descripción metodológica sobre el preparado de una solución.

Cabe destacar que los exámenes seleccionados para el análisis corresponden a dos años distintos de cursado, los del 2021 y 2022. Los alumnos que cursaron en el 2021 no realizaron un trabajo práctico sobre soluciones, en cambio los alumnos del 2022 si desarrollaron una actividad de laboratorio exclusiva para la temática.

Se realizó una investigación de corte exploratorio, sobre las probables asociaciones entre el desarrollo de la actividad de laboratorio y el desempeño académico en torno a la temática "soluciones". Como pregunta de investigación nos formulamos: ¿la realización de trabajos prácticos de laboratorio se asocia al desempeño académico en instancias formales de evaluación (exámenes finales)?

2. MARCO TEÓRICO

Las actividades de laboratorio encierran una gran variedad de características positivas para la construcción de un aprendizaje ya que incluyen un repertorio variado de estrategias, por ejemplo: son realizadas por los alumnos (aunque con un grado variable de participación en su diseño y desarrollo), implican el uso de procedimientos científicos diversos (observación, formulación de hipótesis, realización de experimentos, técnicas manipulativas, etc.) y son una ayuda inestimable para la comprensión de planteamientos teóricos (Del carmen, 2000). Como consecuencia requieren mucho más trabajo organizativo ya que las actividades de laboratorio son mucho más complejas que las actividades habituales del aula.

Por otra parte, diversas investigaciones muestran que no siempre las prácticas de laboratorio son efectivas (Hodson, 1994) ya que no se consiguen los resultados esperados. Gran parte de sus insuficiencias se atribuyen al carácter cerrado con que se plantean, es decir, a su presentación como un conjunto de instrucciones que los estudiantes deben seguir, sin darles tiempo para que aprecien cual es el objetivo que persigue la tarea propuesta y como puede ser resuelta (Caamaño, 2003).

Los profesores tienden a pensar que el trabajo en el laboratorio facilita siempre el aprendizaje de las ciencias y que los estudiantes entienden lo que hacen (López Rua et al. 2012). Sin embargo, para muchos docentes estas prácticas son un tipo de receta que refuerza las clases que se han dado en el aula habitual y no tienen en cuenta que lo importante de las prácticas de laboratorio, radica en que estas estimulan la curiosidad y promuevan la motivación, la comprensión de conceptos, permiten aproximarse a los procedimientos de la investigación científica, contribuyen a la apropiación de actitudes fundamentales en el campo de las ciencias así como también a aprender cómo se elabora el conocimiento científico (naturaleza de la ciencia, relaciones CTS, etc) y que deben tener siempre un propósito claro, no solo el de llevarlos a “experimentar”.

ISBN 978-987-47159-9-9

Esta visión empobrecida se hace muy evidente cuando el trabajo experimental se realiza, como es frecuente, con el propósito de observar algún fenómeno para extraer de él un concepto, poniendo de relieve la concepción empiro inductivista de la ciencia, así como otras deformaciones igualmente graves. En efecto, no se indican las cuestiones a las que se pretende dar respuesta (lo que contribuye a una visión aproblemática de la ciencia), ni se discute su posible interés y relevancia social (visión descontextualizada, socialmente neutra) (Carrascosa J. et al 2006)

Es de amplio conocimiento el problema que presentan las actividades experimentales cuando se pretende propiciar aprendizajes significativos mediante su incorporación a las actividades habituales en las clases. (Gil y González, 1993). Muchas de las actividades experimentales parecen no tener influencia en el aprendizaje de las ciencias, y, en ocasiones, suelen generar confusiones de tipo conceptual, metodológico y epistemológico más que ofrecer a los estudiantes una alternativa interesante para favorecer la construcción de conocimiento. (Hodson, 1994)

3. OBJETIVO GENERAL

Analizar las probables relaciones entre el desarrollo de trabajos prácticos de laboratorio y el desempeño académico en torno a la temática “soluciones” en cursos de primer año universitario de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Río Cuarto, en el marco de la asignatura Química General e inorgánica.

4. METODOLOGÍA

Analizar los exámenes finales realizados por estudiantes de primer año en la materia química general e inorgánica de la carrera de ingeniería agronómica de la Universidad Nacional de Río Cuarto, acerca de la temática “soluciones”.

El programa de la asignatura contiene un espacio exclusivo para la realización de un práctico de soluciones, planificado hacia el final del cuatrimestre. Sin embargo, al estar programado hacia el cierre del período académico, es posible que en algunos casos no se lleve a cabo debido a diversas circunstancias, tanto internas como externas a la asignatura, que dependen del contexto. Esto nos permite discriminar dos tipos de cohortes de alumnados:

- Cohorte I, alumnos que cursaron la materia en el 2021 sin desarrollo de prácticas de laboratorio.
- Cohorte II, alumnos que cursaron la materia en el 2022 con desarrollo de prácticas de laboratorio

La actividad experimental sobre soluciones cuenta con dos etapas:

- Realización de cálculos matemáticos para preparar una solución diluida partiendo de una solución más concentrada. Específicamente realizan cálculos de molaridad y % p/v.
- Desarrollo experimental del proceso de preparación de una solución.

Los documentos constituidos por los exámenes realizados por los estudiantes en forma escrita sobre la temática soluciones fueron realizados 20 días después de haber concluido el cuatrimestre. Se tomó una muestra total de 102 documentos (exámenes finales formato papel) de los cuales 54 pertenecen a alumnos que no realizaron la actividad experimental y 48 pertenecen a alumnos que realizaron dicha actividad. Los criterios para toma de datos serán los mismos tanto para los alumnos que realizaron la actividad de laboratorio como para aquellos que no la realizaron. En una primera instancia se seleccionó aquellos documentos que tengan completamente resuelto la actividad, es decir, que los estudiantes hayan completado las dos partes de la actividad. El propósito de este análisis en conocer cuál es el porcentaje del total de alumnos que resolvió la actividad completa. La segunda instancia de análisis se centró en ver qué parte de la actividad se realizó correctamente y que parte no. Una vez obtenido los datos se realizaron comparaciones entre los resultados obtenidos de los alumnos que realizaron la actividad de laboratorio y de los que no la realizaron. En la FIGURA 1, se puede visualizar como fueron los primeros criterios de análisis de cada documento:

ISBN 978-987-47159-9-9

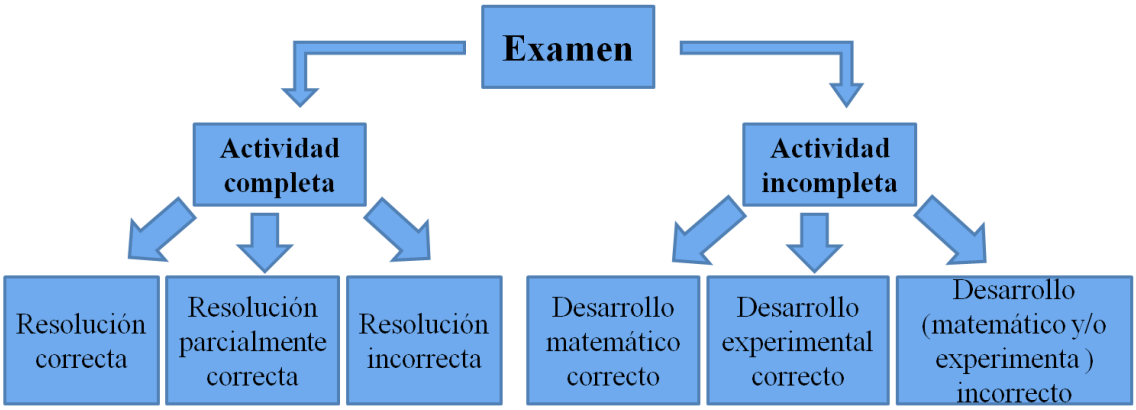


FIGURA 1. *Criterios de análisis de cada documento*

La consigna sobre la temática de soluciones que tienen que resolver los alumnos fue seleccionada del examen, en la FIGURA 2 se muestra su contenido:

> Una botella de ácido clorhídrico tiene la siguiente inscripción en su etiqueta: densidad 1.18 g/ml, porcentaje peso en peso: 36%. Calcule:
>
> Parte 1: Calcular la **Molaridad** y **%p/p** de la solución
>
> Parte 2: Describa detalladamente como prepararía una solución en el laboratorio partiendo de un soluto sólido, indicando los pasos a seguir y el material de vidrio que usaría

FIGURA 2. *Contenido de la consigna sobre el tema soluciones seleccionada del examen realizado por los alumnos.*

5. RESULTADOS

Como se mencionó en la metodología comenzamos con el análisis de exámenes viendo en primera instancia quiénes habían completado la actividad, dichos resultados se muestran a continuación en las FIGURAS 3A y 3B.

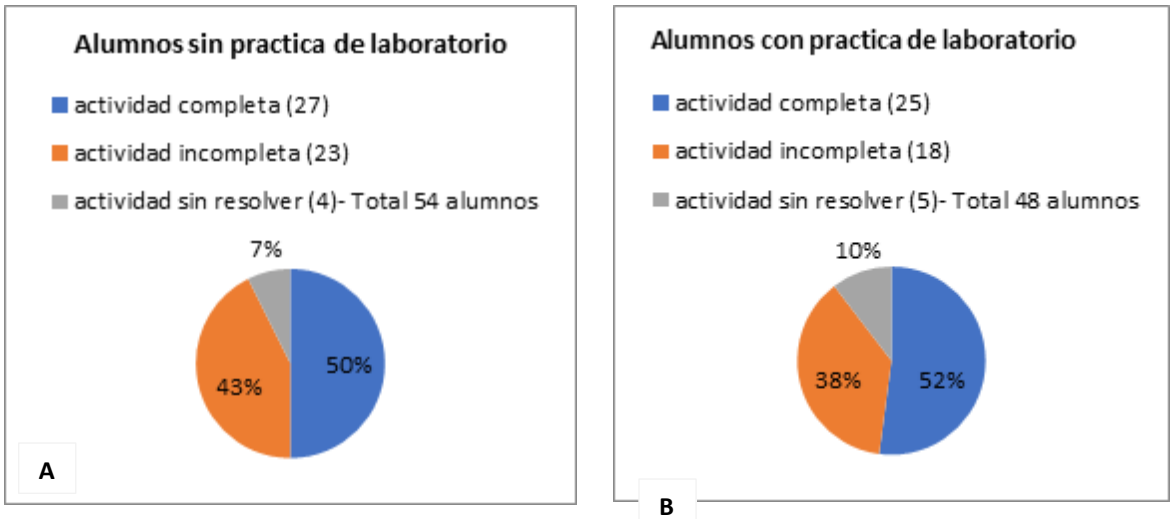


FIGURA 3. *Análisis de exámenes. A. Alumnos sin práctica de laboratorio. B. Alumnos con práctica de laboratorio*

ISBN 978-987-47159-9-9

Si tenemos en cuenta la cantidad de alumnos que completo la actividad vemos, para ambas cohortes, que la mitad aproximadamente completo la actividad. Por otro lado, se observa que la cantidad de alumnos que dejó la actividad incompleta también es similar en ambas cohortes Estos resultados ponen en evidencia que la actividad experimental planteada no contribuye a un mejor desempeño académico de los estudiantes al resolver la consigna del examen. Aquí nos aparece el gran dilema del porqué de estos resultados no esperados.

Para responder esta pregunta tendremos que analizar la actividad práctica realizada por los alumnos. Viendo el trabajo práctico vemos que el objetivo central es que los alumnos aprendan procedimientos, técnicas y destrezas de carácter práctico o experimental en relación al preparado de una solución. Si bien para la comprensión de estos procedimientos, algunos autores sostienen que puede ser útil la perspectiva atomística o analítica en un primer estadio de aprendizaje, es de notar que la presentación del práctico como un conjunto de instrucciones ("tipo receta") dificulta que los estudiantes aprecien cuál es el objetivo, la relevancia y el sentido de la tarea propuesta.

La concepción empiro-inductivista de la ciencia y del trabajo científico tiene un gran peso en el profesorado de ciencias y, vinculada a ella, la común deformación que identifica a la metodología del trabajo científico con la realización de experimentos (GIL-PÉREZ et al., 1993). En efecto, no se indica su posible interés y relevancia social (visión descontextualizada, socialmente neutra), ni se procede a la formulación tentativa de hipótesis susceptibles de ser sometidas a prueba mediante diseños concebidos al efecto, sino que se pide a los estudiantes que sigan una guía detallada, lo que contribuye a una visión rígida, algorítmica y cerrada de la ciencia, faltando incluso el análisis crítico de los resultados obtenidos, el planteamiento de nuevos problemas, etc. (Carrascosa J. et al 2006). Todas estas visiones relacionadas, que se apoyan mutuamente y transmiten, en conjunto, una perspectiva distorsionada y empobrecida de la ciencia mostrando, en la mayoría de las prácticas de laboratorio, diseños experimentales como simples recetas ya preparadas (Carrascosa J. et al 2006).

Los docentes tienden a pensar que el trabajo en el laboratorio facilita siempre el aprendizaje de las ciencias y que los estudiantes entienden lo que hacen. Sin embargo, para la mayoría de los docentes estas prácticas son un tipo de receta que refuerza las clases que se han dado en el aula habitual. (López Rua, et al. 2012).

En las aulas o en los laboratorios, se confirma el hecho de que el objetivo que se privilegia en el trabajo práctico es el refuerzo del aprendizaje conceptual. En efecto, se da poca importancia a los pasos, métodos y procedimientos. Esto da como resultado poco interés en los estudiantes en comprender los métodos seguidos en el trabajo experimental. También se nota cierto escepticismo en los estudiantes, quienes están convencidos de que ellos mismos no pueden encontrar nada valioso (Carrascosa J. et al 2006).

Otra atribución a los resultados negativos que obtuvimos, puede estar relacionada con la poca relación de la actividad experimental propuesta con el perfil profesional de la carrera. Si observamos los materiales y reactivos utilizados para realizar el práctico vemos que poco se relacionan con la actividad experimental que puede realizar un ingeniero agrónomo, esto no es un detalle menor ya que puede despertar poco interés por parte de los alumnos y menoscabar el valor de la disciplina en la formación del estudiante universitario.

La segunda etapa de análisis arrojo los siguientes resultados (ver FIGURAS 4A y 4B):

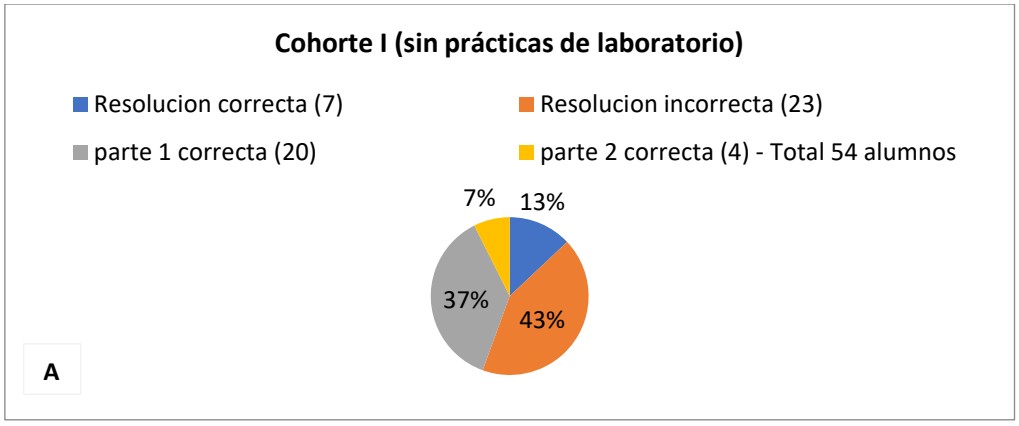


FIGURA 4A. *Segunda etapa de análisis de exámenes. Cohorte I (sin práctica de laboratorio).*

ISBN 978-987-47159-9-9

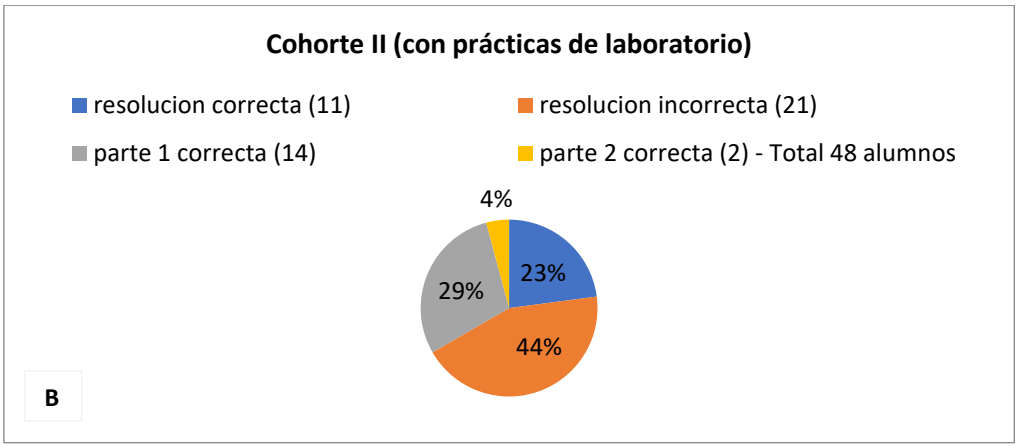


FIGURA 4B. *Segunda etapa de análisis de exámenes. Cohorte II (con práctica de laboratorio)*

Teniendo en cuenta este segundo análisis sobre cada consigna podemos apreciar, por un lado, que el porcentaje de respuestas incorrectas, tanto en la parte 1 como en la parte 2 de la actividad, es similar en ambas cohortes, a saber: 43% en la cohorte I (sin práctica experimental), 44% en la cohorte II (con práctica experimental).

Por otra parte, se pudo observar que gran parte del conjunto de estudiantes que no tuvieron la práctica de laboratorio realizaron correctamente la primera parte de la consigna, esto indica que para hacer problemas cuantitativos los alumnos no tuvieron inconvenientes a pesar de no haber realizado el laboratorio.

Cuando la situación que se plantea es de tipo cuantitativa los estudiantes (en la mayoría de los casos) no presentan dificultades para resolverla, arriban a los resultados numéricos correctos, independientemente de su experiencia previa en la práctica de laboratorio. Este tipo de problemas, cuantitativos, suelen ser situaciones cerradas. En muchas ocasiones los problemas se convierten en ejercicios de aplicación de un algoritmo determinado. Esto hace que, por lo general, sea fácil alcanzar un relativo “éxito” (Pozo y Gómez Crespo, 1994).

6. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos podemos visualizar que la experiencia de laboratorio sobre la temática soluciones como fue diseñada no contribuye significativamente a mejorar los desempeños académicos en instancias de exámenes finales para alumnos de primer año de ingeniería agronómica. Una de las causas que explican estos resultados puede estar relacionada con los procedimientos realizados durante el trabajo práctico. Por un lado, podemos observar que los alumnos siguen una receta durante la ejecución del práctico y como se mencionó anteriormente, este tipo de metodología no contribuye a problematizar los aprendizajes. Por otro lado, vemos que los experimentos realizados por los estudiantes no se relacionan para nada con el entorno profesional de un ingeniero agrónomo, lo que produce una gran falta de interés por parte de los alumnos. Asimismo, este tipo de prácticos de laboratorio pueden estar transmitiendo, por acción u omisión, visiones deformadas acerca de la actividad científica (visión descontextualizada, aproblemática, algorítmica, etc.)

Despertar la motivación en los estudiantes, enseñando contenidos relacionados al entorno que rodea al alumno, a actividades que realiza a diario en el hogar, en la comunidad, etc. hace que los alumnos tomen dicha experiencia como algo significativo para su formación. La metodología tradicional de transmisión-recepción, con inclusión de trabajos de laboratorio con carácter cerrado no tiene mucho sentido si no se tienen en cuenta los intereses del cuerpo estudiantil, por lo tanto, es de suma importancia empezar a diseñar trabajos prácticos contemplando la motivación del estudiante.

ISBN 978-987-47159-9-9

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M. P. Jiménez Aleixandre (Coord.), *Enseñar Ciencias*. pp. 95-118. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/185498/mod_resource/content/1/Caama%C3%B1o%2C%202003.pdf

Carrascosa, J., Pérez, D., Vilches, A. y Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física. 23(*2), 157-181. https://www.researchgate.net/publication/285649791_Papel_de_la_actividad_experimental_en_la_educacion_cientifica

Del Carmen, L. (2000) Los trabajos prácticos. En F. J. Perales Palacios y P. cañal de León. *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, pp. 267-286. https://educontinua.fciencias.unam.mx/CONTINUA/CURSOS/EnsenanzaExperimental/2008/ArchivosaEnviar/Articulos/LosTrabajosPracticosLuisdelCarmen.pdf

Gil Pérez, D. y González, E. (1993) Las prácticas de laboratorio de Física en la Formación del Profesorado. Un Análisis Crítico. *Revista de Enseñanza de la Física, 7*(1), 33-47. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/16189

Gómez Moliné, M. R. y Sanmartí Puig, N. (2002). El aporte de los obstáculos epistemológicos. *Educación Química*, *13*(1), 61-68. https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/ 66321

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, *12*(3), 299-313. https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370

López Rua, A. M., Alzate, T. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), *8*(1), 145-166. https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. Á (1994). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico, pp 87. http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/ TA_Pozo_Unidad_3. pdf

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1LO_iZOKXqN9eXHguWesguKzp7uc08NC1/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 5: Resultados de proyectos de investigación y de extensión en Química – B5.06

CONFIANZA EN LA CIENCIA: PERCEPCIONES DE ESTUDIANTES DE ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA RESPECTO DEL USO DE GLIFOSATO EN EL CULTIVO DE SOJA TRANSGÉNICA

Valeria Edelsztein

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina.
valecaroedel@yahoo.com

Dora Castellsaguer

Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Bernal, Buenos Aires, Argentina.
doracastellsaguer@gmail.com

Resumen

Una de las áreas más significativas de proyección a la esfera pública de temas socio-científicos controvertidos es la biotecnología y, en particular la aplicación de la tecnología del ADN recombinante a la obtención de cultivos transgénicos que ha traído aparejado el uso extensivo de plaguicidas como el glifosato. En el caso específico de la soja resistente, su llegada a la Argentina impulsó gran controversia pública por sus potenciales efectos en la salud y el medio ambiente. Si bien muchas de las personas dedicadas a la investigación en biotecnología vinculan el rechazo que reciben este adelanto agrobiotecnológico con la ignorancia, se ha visto que depende también de otras cuestiones como la confianza en las instituciones que desarrollan las investigaciones y la credibilidad que le otorgan a la información recibida. En esta línea, el presente trabajo muestra el análisis de percepción de confianza asociada al uso de agroquímicos en estudiantes de nivel medio de una escuela técnica y lo compara con las respuestas obtenidas en encuestas de percepción pública de la ciencia y otros trabajos especializados con el fin de determinar si la formación académica en química es un posible condicionante de dichas percepciones.

Palabras clave: *agroquímicos; glifosato; confianza; percepción pública de la ciencia; escuela secundaria*

1. FUNDAMENTACIÓN

Una de las controversias científicas actuales que ha suscitado la necesidad de comprender mejor la percepción pública de la ciencia ha sido la aplicación de la tecnología del ADN recombinante en el sector agronómico. La aplicación del herbicida glifosato para el cultivo de la soja RR ha generado distintas actitudes frente la información disponible sobre sus posibles efectos en la salud y en el medio ambiente, y ha llevado cada vez más a la población a indagar sobre sus beneficios y riesgos (Lugo y Valadez-Vega 2023, Robayo-Avendaño, et al., 2018). En este sentido, en las últimas décadas, primero en Europa y luego en los países Iberoamericanos se han llevado a cabo distintos sondeos mediante encuestas orientadas a conocer las expectativas y percepciones de las personas no especializadas.

El término "*percepción pública"* no obedece a una única definición, pero podemos decir que, a grandes rasgos, comprende una serie de actitudes, valoración, intereses, conocimientos, entre otros (Atar, 2007) regidos por cuatro indicadores centrales: la ambivalencia (Blanco e Iranzo, 2000), la confianza, la incertidumbre y el riesgo (Beck, 1998).

La *confianza*, en particular, no hace referencia al conocimiento con relación al tema específico, sino que hace alusión a quienes portan, usan y producen el conocimiento. Así, funciona como un indicador de la credibilidad que las personas no especializadas le otorgan a las instituciones que desarrollan las investigaciones y a la información recibida (Robayo-Avendaño., et al 2018).

Dado que los contextos educativos son espacios naturales para la apropiación de conocimiento en los que se busca formar ciudadanos que sean capaces de tomar posturas críticas y responsables, parecen ser un

ISBN 978-987-47159-9-9

ámbito clave al momento de indagar acerca de las percepciones de los y las jóvenes respecto de la ciencia y la tecnología. En las últimas décadas, ha surgido un cambio en el concepto de *ciencia enseñada*, relacionándola con la necesidad de estimular en los estudiantes una toma de conciencia sobre su rol activo como actores sociales con posibilidades de decisión (Galagovsky, 2007) y en el caso de las controversias científicas, su abordaje se ha considerado un componente fundamental de la educación científica (Díaz Moreno y Jiménez-Liso, 2012; Ratcliffe y Grace, 2003 citado en Vilouta Rando, 2023).

El presente trabajo indaga la percepción de *confianza* asociada al uso de agroquímicos en estudiantes de nivel medio de una escuela técnica y compararla con las respuestas obtenidas en encuestas de percepción pública de la ciencia y otros trabajos especializados con el fin de determinar si la formación académica en química es un posible condicionante de dichas percepciones.

2. METODOLOGÍA

Se relevó la percepción de un grupo de 40 estudiantes de 5º y 6º año de entre 17 y 20 años pertenecientes a la especialidad química de una escuela técnica de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires de nivel socioeconómico medio a partir de dos cuestionarios autoadministrados.

En esta presentación solo se muestran resultados parciales respecto del indicador *confianza*.

Se compararon los resultados con los obtenidos en la 5° Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia (MinCyT, 2021) y en el artículo “Incertidumbre, ambivalencia y confianza: percepción social del riesgo de contaminación por agroquímicos” (Vaccarezza, 2015).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran los resultados del relevamiento en estudiantes de escuela secundaria técnica respecto de la confianza en distintas dimensiones (TABLA I). Tomando en cuenta este concepto en el trabajo se ha analizado, por un lado, la confianza que tienen los estudiantes encuestados en estudios realizados por organismo estatales y privados sobre la toxicidad del glifosato y, por otra parte, la confianza en la veracidad de la información brindada por estos agentes.

Un 27,5 % de los entrevistados deposita su confianza en organismos estatales mientras que un 20 % descree de ellos (TABLA I, opciones 3 y 5). La desconfianza respecto de las empresas privadas es mayor (TABLA I, opciones 2, 4, 9 y 10). Es llamativo que el 34,4 % de los entrevistados sostiene que está convencido de la peligrosidad del glifosato independientemente de los estudios que se realicen al respecto (TABLA I, opción 11). Por otra parte, un 42.5 % de las personas muestra una actitud de desconfianza frente a la falta de información.

Es interesante notar que, aunque nuestros encuestados muestran una valoración general positiva sobre el trabajo de los científicos, esta valoración no se corresponde con la confianza depositada en ellos a diferencia de lo que se observa en la 5° Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia (MinCyT, 2021): para nuestros encuestados los científicos no están exentos de intereses económicos que de alguna manera condicionan sus avances (TABLA I, opciones 4, 9 y 10). Además, hay una diferencia en el sector en el que se deposita la confianza en las investigaciones biotecnológicas: mientras que el público en general prefiere confiar en científicos del sector privado (MinCyT, 2021), nuestros encuestados muestran preferencia por científicos que trabajan en el sector público (TABLA I, opciones 3 y 4).

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA I. *Confianza que suscita el uso de glifosato relevada en estudiantes de escuela media técnica.*

Subcategorías de confianza	**Preguntas de indagación y opciones de respuesta**		**% elección**
Según procedencia (N = 40)	Si leo en un estudio que el uso del glifosato no es peligroso…	1. Lo creo sin importar quien haya financiado el estudio	2,5
		2. Lo creo si proviene de una empresa privada porque es una fuente independiente	0,0
		3. Lo creo si proviene de organismos estatales como el CONICET	27,5
		4. No lo creo si proviene de una empresa privada porque responde a intereses económicos	47,5
		5. No lo creo si proviene de organismos estatales porque pretenden perpetuar el modelo sojero del país	20,0
Con respecto a la información (N = 40)		6. No lo creo porque no tengo suficiente información para decidir	42,5
		7. Lo creo porque no tengo suficiente información para decidir	12,5
En la veracidad (N = 32)	Los estudios sobre los efectos del glifosato en la salud…	8. Se realizan en laboratorios, pero no tienen relación con la realidad, por lo tanto, los resultados son falsos	6,25
		9. Si un estudio dice que el glifosato es o no peligroso, no lo creo si proviene de una multinacional porque responden a intereses económicos de uno u otro sector	50,0
		10. Los estudios muestran que no es peligroso, pero no son confiables porque son financiados por multinacionales	18,8
		11. Nunca creería que el glifosato no es peligroso, lo estudie quien lo estudie	34,4
		12. Todos los estudios demuestran que no es peligroso; el problema radica en su mal uso	0,0
		13. No hay evidencias científicas que sustenten su peligrosidad o lo contrario	0,0

Dentro del análisis de la confianza, se tomó el subgrupo de estudiantes que afirmaron que el glifosato afecta a la salud humana (N = 31) para analizar sus respuestas (GS) con el objetivo de comparar con los resultados obtenidos para el grupo general (GT). Los resultados se muestran en la TABLA II.

Podemos ver que el grupo que afirma que el glifosato afecta la salud humana (GS) da respuestas similares con respecto a la totalidad de los encuestados (GT). Es decir, que la confianza según la procedencia y respecto de la información no parece variar significativamente entre ambos.

Se realizó también una indagación acerca de los actores sociales que podrían contar como fuentes expertas respecto de estos temas. En la TABLA III se muestra la asignación de nivel de experticia por parte de los y las estudiantes.

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA II. *Confianza en estudiantes de escuela media técnica: total de encuestados (GT, N=40) y subgrupo que respondió que el glifosato afecta a la salud humana (GS, N=31).*

Subcategorías de confianza	***Opciones de respuesta y pregunta de indagación*** *Si leo en un estudio que el uso del glifosato no es peligroso…*	***% elección***	
		GS	***GT***
Según procedencia	1. Lo creo sin importar quien haya financiado el estudio	3,2	2,5
	2.Lo creo si proviene de una empresa privada porque es una fuente independiente	0,0	0,0
	3. Lo creo si proviene de organismos estatales como el CONICET	32,3	27,5
	4. No lo creo si proviene de una empresa privada porque responde a intereses económicos	48,4	47,5
	5. No lo creo si proviene de organismos estatales porque pretenden perpetuar el modelo sojero del país	29,0	20,0
Respecto a la información	6. No lo creo porque no tengo suficiente información para decidir	45,2	42,5
	7. Lo creo porque no tengo suficiente información para decidir	9,7	12,5

TABLA III. *Asignación de experticia a diversos agentes sociales acerca de los efectos del glifosato según los estudiantes de nivel medio (N=40).*

Creo que están más informados sobre los efectos del glifosato…	***% elección***
Los científicos y las científicas	72,5
Las empresas productoras de agroquímicos	62,5
La gente que trabaja y vive en el campo	55,0
Los/as médicos/as rurales	40,0
Los/as productores/as agropecuarios	27,5
La gente que vive en la ciudad	7,5
Las personas que se dedican a la política	5,0
Los/as comunicadores/as en medios masivos	5,0

Los jóvenes entrevistados consideran que quienes se dedican a la ciencia, la gente que trabaja y vive en el campo, las empresas productoras de agroquímicos y los/as médicos/as rurales son los agentes más informados sobre los efectos del glifosato (Tabla III, opciones 1 a 4). Es importante destacar que el hecho de que el público considere más informado a un agente no necesariamente implica que le otorga mayor credibilidad. Por ejemplo, en este caso, los y las estudiantes consideran informadas a las empresas productoras de los agroquímicos, pero, como hemos visto previamente, no las consideran fiables: creen que conocen acerca de los peligros de sus productos, pero los niegan debido a intereses fundamentalmente económicos (TABLA I, opciones 2, 4, 9 y 10).

Durante los relevamientos orales los estudiantes manifestaron una tendencia a atribuir el daño ocasionado por el glifosato a las empresas privadas que lo producen.

ISBN 978-987-47159-9-9

[L]a empresa no va a cambiar porque esa es su forma de hacer dinero, ese es su objetivo como empresa. [E]l empresario tiene como dios al capital, piensa en expandirse y eso no lo podemos cambiar.

Estos relevamientos están en concordancia con lo encontrado en la investigación llevada a cabo por Vaccareza en el 2015 con un grupo de estudiantes universitarios.

Por otra parte, a diferencia de lo presentado por Vaccarezza (2015), los y las estudiantes de secundaria no desconfían de los científicos en términos morales sino en los intereses económicos que los rodean, en particular, no piensan que oculten información sobre los daños que produce el glifosato por conveniencia propia sino por presiones externas. En este caso, como afirma Knorr Cetina (1996) estamos hablando de relaciones que organizan las transacciones tanto entre especialistas como entre científicos y no científicos.

Esta percepción se acentúa cuando se trata de científicos que trabajan en organismos nacionales:

Nunca puedo creer en una empresa tan poderosa. Hay investigadores que tratan de desmentir y son perseguidos. Después no tienen trabajo.

Como consecuencia, la credibilidad en los resultados de las investigaciones está cuestionada y frente a la falta de certeza prefieren desconfiar de los resultados.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha explorado la percepción de confianza de estudiantes de nivel medio técnico respecto al uso de glifosato en cultivos de soja transgénica, analizando específicamente cómo estas percepciones se relacionan con las instituciones y actores involucrados en la producción y regulación del conocimiento.

Uno de los hallazgos más relevantes radica en la atribución del daño ocasionado por el glifosato a la intencionalidad de los productores de esta tecnología, más que a la falta de conocimiento sobre sus efectos. Este resultado coincide parcialmente con los planteos de Vaccarezza (2015), quien señala una crítica similar por parte de estudiantes universitarios hacia las empresas productoras de agroquímicos. Sin embargo, se identifican diferencias importantes en relación con la percepción de los científicos. En el estudio de Vaccarezza, los estudiantes universitarios asociaron la desconfianza hacia los científicos con cuestiones éticas y morales, sugiriendo que los investigadores podrían ocultar información de manera intencionada o actuar de forma deliberadamente negligente.

En contraste, los estudiantes de nivel medio técnico participantes en nuestro estudio no atribuyen la desconfianza a la moralidad personal de los científicos, sino a la influencia de factores externos, como presiones económicas o políticas que condicionan su labor. Este hallazgo se alinea con el concepto de "culturas epistémicas" de Knorr Cetina (1996), que plantea cómo las relaciones organizan las transacciones y generan tensiones tanto dentro de las comunidades científicas como entre estas y el público no especializado. Por ejemplo, los estudiantes manifestaron que los investigadores que trabajan en organismos estatales enfrentan presiones o persecuciones cuando sus hallazgos contradicen intereses dominantes.

Adicionalmente, una comparación con los resultados de la 5° Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia (MinCyT, 2021) resalta otra diferencia significativa: mientras el público general tiende a confiar más en científicos del sector privado, nuestros encuestados depositan su confianza preferentemente en científicos que trabajan en organismos públicos. Este aspecto puede relacionarse con una percepción de mayor independencia y compromiso social por parte de los actores del ámbito público frente a los del privado, a quienes consideran influenciados por objetivos económicos.

Nuestros resultados reflejan una desconfianza hacia las estructuras e intereses que condicionan la producción científica más que hacia la competencia o moralidad de los científicos. Este matiz resalta la importancia de promover la transparencia y la comunicación efectiva entre los investigadores, las instituciones científicas y el público, para mitigar las percepciones negativas y fomentar una confianza crítica y fundamentada en la ciencia.

En el futuro, se prevé explorar las percepciones sobre este tema en muestras más amplias de estudiantes, tanto con formación específica como técnicos químicos como sin ella, con el objetivo de obtener resultados más sólidos sobre la influencia que la escuela podría ejercer en dichas percepciones. Los datos

recopilados en este estudio pueden servir como punto de partida para diseñar secuencias didácticas orientadas a fortalecer la educación ambiental desde la química, abrir nuevas perspectivas educativas, replantear estrategias pedagógicas y destacar el papel fundamental de la escuela en la formación de las motivaciones y creencias de sus estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atar, D. (2007). Aportes Metodológicos para el Estudio de la Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Quilmes. Disponible en: https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/193

Blanco, J. R., e Iranzo, J. M. (2000). Ambivalencia e incertidumbre en las relaciones entre ciencia y sociedad. *Revista de Sociología*, 61, 89-112. Disponible en: https://raco.cat/index.php/Papers/article/view/25589.

Beck, U. (1998). La política de la sociedad del riesgo. *Estudios Demográficos y Urbanos*, *39*(1), 501-514. http://www.jstor.org/stable/40314994

Galagovsky, Lydia R. (2007). Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. *Química Viva, 6*. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86309909.

Knorr-Cetina, K. (1996). Comunidades científicas o arenas transepistémicas de investigación. *Revista Redes*, *3*(7), 129-160. Disponible en: http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/671

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT) (2021). Quinta encuesta nacional de percepción pública de la ciencia. La evolución de la percepción pública de la ciencia. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/5ta_encuesta_version_digital.pdf

Robayo-Avendaño, A., Galindo-Mendoza, M. G., Yáñez-Estrada, L., y Aldama-Aguilera, C. (2018). Medición de la percepción pública de los OGM con una escala tipo Likert. *Agrociencia*, *52*(5), 767-781. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000500767&lng=es&nrm=iso

Vaccarezza, L. (2015). Incertidumbre, ambivalencia y confianza. Percepción social del riesgo de contaminación por agroquímicos, *Revista Redes*, 21(40), 15-40. Disponible en: http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/366

Vilouta Rando, N. (2023). ¿De qué hablamos cuando hablamos de OGM?: Las múltiples y contradictorias maneras de presentar una controversia socio científica en la escuela secundaria. *Revista Iberoamericana De Ciencia, Tecnología Y Sociedad - CTS*, *18*(52), 117–144. DOI:10.52712/issn.1850-0013-334

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1QYBfrkjbOtziYXFWLwPQdGi_R24ypiBj/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EL DIARIO DE CLASE COMO HERRAMIENTA PARA LA REFLEXIÓN DOCENTE: UN ESTUDIO DE CASO EN LA FORMACIÓN INICIAL DE QUÍMICA

Mara Yanina Martínez

Departamento de Educación Científica (DEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
maramartinez@mdp.edu.ar

María Fernanda Echeverría

Departamento de Educación Científica (DEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
mafernandaecheverria@gmail.com

María Basilisa García

Departamento de Educación Científica (DEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
bachigarcia@gmail.com

Resumen

Este trabajo explora el proceso de reflexión docente a través del análisis de diarios de clase escritos por tres futuros profesores de química durante su formación inicial. Se utiliza un marco teórico basado en las categorías de escritura reflexiva de Hatton y Smith, Jay y Johnson y Lara Subiabre, junto con los niveles de retroalimentación de Hattie y Timperley. El análisis revela que la mayoría de las retroalimentaciones se centran en el proceso de enseñanza, guiando a los futuros profesores a reflexionar sobre cómo se desarrollan ciertos aspectos de la práctica. Sin embargo, se observa la falta de retroalimentación centrada en las fortalezas y áreas de desarrollo de los futuros profesores. El estudio destaca la importancia de una retroalimentación completa y específica para impulsar la reflexión crítica y la mejora de la práctica docente.

Palabras clave: *formación docente inicial; diarios de clase; niveles de reflexión; retroalimentación; Química.*

1. INTRODUCCIÓN

La práctica reflexiva es fundamental para el desarrollo profesional de los docentes, permitiéndoles analizar críticamente sus experiencias y generar estrategias para mejorar su práctica (Schön, 1983). Uno de los dispositivos más importantes asociados a la práctica reflexiva es el diario de clase. El diario de clase, como herramienta de escritura reflexiva, ofrece un espacio para registrar y analizar las observaciones y reflexiones de los futuros docentes (Dyment y O'Connell, 2014). Sin embargo, estudios previos muestran cierta dificultad para volcar reflexiones con cierto carácter crítico en estos diarios lo que vuelve crucial comprender cómo se desarrolla la capacidad reflexiva a través de la escritura de diarios y cómo se retroalimenta esta escritura por parte de los docentes formadores en pos de la mejora de la práctica docente.

Este trabajo presenta un análisis de contenido de los diarios de clase de tres futuros profesores de química. Se busca identificar las modalidades de escritura reflexiva presentes en los textos y analizar las retroalimentaciones recibidas desde la perspectiva de los niveles de retroalimentación de Hattie y Timperley (2007). Los resultados de este estudio aportarán información valiosa para comprender el proceso de desarrollo reflexivo en la formación docente inicial y para generar estrategias de acompañamiento más efectivas.

2. MARCO TEÓRICO

ISBN 978-987-47159-9-9

La práctica reflexiva es un dispositivo esencial en la formación docente inicial, permitiendo a los futuros profesores analizar críticamente sus experiencias siendo la redacción de los diarios de clase uno de los dispositivos más importantes para la concreción de la misma. La investigación sobre los diarios de clase, en el contexto de la formación docente reflexiva, muestra que pueden ser un formato propicio para reflexionar, entre otros aspectos, sobre el contenido de los aprendizajes (Nuckles, Glogger-Frey, Waldeyer y Renkl,2020). Sin embargo, varios estudios recientes han identificado diversos desafíos en el uso efectivo de los diarios reflexivos. Entre otros, estos retos incluyen la superficialidad en los niveles de reflexión logrados por los futuros profesores (Machost y Stains, 2023); dificultades en la el desarrollo de la reflexión crítica (Chan y Lee, 2021); falta de retroalimentación a los diarios (Suphasri y Chinokul, 2021) y falta de habilidades de escritura reflexiva (Alt y Naamati-Schneider, 2022).

Investigaciones previas han explorado los niveles de reflexión presentes en los diarios de docentes en formación, identificando una progresión desde la descripción de eventos hasta la reflexión crítica (Thorpe, 2004; Larrivee, 2008). Esta evolución implica un cambio en la mirada del docente sobre su propia práctica, pasando de un enfoque superficial a un análisis más profundo y transformador (Yalcin Arslan, 2019).

Para comprender mejor el desarrollo de la reflexión a través de la escritura, se han propuesto diferentes modelos. John Hattie y Helen Timperley (2007) identifican tres niveles de retroalimentación:

Nivel 1: Retroalimentación sobre la tarea: Se enfoca en la calidad del trabajo del estudiante, brindando información sobre lo que se hizo bien y lo que se podría mejorar.

Nivel 2: Retroalimentación sobre el proceso: Ayuda al estudiante a entender cómo mejorar su trabajo, proporcionando información sobre los procesos y estrategias que utiliza para realizar la tarea.

Nivel 3: Retroalimentación sobre la persona: Se centra en las fortalezas y áreas de desarrollo del estudiante, proporcionando información sobre su capacidad de aprendizaje y sus metas a futuro.

Estos modelos de análisis de la reflexión y la retroalimentación permiten comprender cómo la escritura reflexiva puede contribuir a la mejora de la práctica docente. Al analizar los diarios de clase desde estas perspectivas, se puede identificar el nivel de reflexión alcanzado por los futuros docentes y se pueden generar estrategias de acompañamiento que guíen su desarrollo profesional hacia un análisis más profundo y crítico de su práctica.

3. METODOLOGÍA

Este trabajo se basa en un estudio de caso, utilizando como fuente de datos los diarios de clase elaborados por tres futuros profesores de química durante su formación inicial. El diario de clase se elabora con las observaciones de una clase de fisicoquímica en una escuela secundaria. Este diario de observación, en formato digital, se completa durante diferentes etapas de la observación de la clase (antes, durante y después). A la estudiante se le hicieron preguntas iniciales y, a partir de sus respuestas, se inició un proceso de intercambio a través de comentarios de la tutora.

El análisis se centra en identificar las modalidades de escritura reflexiva presentes en los textos y en evaluar la calidad de las retroalimentaciones recibidas por los futuros docentes.

Recolección y análisis de datos:

Se recopilaron los diarios de clase completos de los tres futuros profesores. Se identificaron las unidades de análisis delimitando las oraciones o grupos de oraciones que representan una idea completa dentro de cada diario. Se identificó cada unidad de análisis con una letra "U" seguida de un número secuencial (U1, U2, U3, etc.).

Codificación de las unidades: Se clasificó cada unidad de análisis dentro de una de las cinco categorías de escritura reflexiva, adaptadas de Hatton y Smith (1995), Jay y Johnson (2002) y Lara Subiabre (2019):

* Escritura descriptiva
* Reflexión descriptiva
* Reflexión dialógica modélica
* Reflexión dialógica didáctica
* Reflexión crítica

ISBN 978-987-47159-9-9

Se analizaron las retroalimentaciones presentes en los comentarios del diario utilizando los niveles de retroalimentación de Hattie y Timperley (2007):

* Nivel 1: Retroalimentación sobre la tarea
* Nivel 2: Retroalimentación sobre el proceso
* Nivel 3: Retroalimentación sobre la persona

Interpretación de los resultados: Se interpretaron los hallazgos del análisis, identificando patrones en las modalidades de escritura, las fortalezas y debilidades de la retroalimentación, y las implicaciones para la práctica docente.

4. RESULTADOS

4.1. Análisis de los Niveles de Reflexión en los Diarios de Observación

A continuación, se presenta un análisis de los niveles de reflexión presentes en cada uno de los diarios de clase, con ejemplos específicos para ilustrar cada categoría:

4.1.1. Diario de Observación de Karen

Escritura Descriptiva (U1-U5): Karen describe la ubicación del tema en el diseño curricular, la finalidad de la enseñanza, la actividad de indagación de ideas previas, los contenidos y los objetivos de la clase. No hay un análisis crítico o una justificación de las acciones observadas.

Ejemplo: "El tema de la clase se encuentra en el Diseño curricular de 3° Fisicoquímica, núcleo “Las transformaciones de la materia” y eje “Las reacciones Químicas”" (U1)

Reflexión Descriptiva (U6-U11): Karen comienza a ofrecer razones personales para describir la práctica observada. Se observan algunos elementos de reflexión sobre la importancia de la planificación y la flexibilidad en la práctica docente, pero no se conecta con la práctica observada.

Ejemplo: "Me pareció interesante conocer el libro de temas ya que es una función del profesor completar con los contenidos conceptuales y procedimentales que se desarrollan en cada clase. Allí mismo se adjuntaba los contenidos del programa de la materia" (U6)

Reflexión Dialógica Didáctica (U15-U19): Karen relaciona las estrategias observadas con conceptos didácticos. Se observan algunos elementos de reflexión crítica, pero no se proponen cambios.

Ejemplo: "Las experiencias demostrativas considero que son las más interesantes, pero también puede utilizarse vídeos tanto de experiencias o de algún fenómeno." (U19)

Reflexión Dialógica Modélica (U19): Karen ofrece alternativas para indagar las ideas previas, pero no se profundiza en las ventajas y desventajas de cada una.

Ejemplo: "El video de reacciones cotidianas también se podría haber utilizado como actividad de ideas previas. O presentar una situación de algún caso en particular donde una reacción sea la protagonista y realizar preguntas abiertas al respecto sobre una posible explicación." (U19)

4.1.2. Diario de Observación de Oriana

Escritura Descriptiva (U1-U3): Oriana describe la ubicación del tema en el diseño curricular, la finalidad de la enseñanza y la actividad de indagación de ideas previas.

Ejemplo: "Reacciones químicas es el primer tema del eje de las transformaciones de la materia del diseño curricular de 3er año." (U1)

Reflexión Descriptiva (U4-U6): Oriana menciona las concepciones alternativas, pero no las analiza críticamente. Se observan algunos elementos de reflexión sobre la importancia de la participación y la dinámica de la clase.

Ejemplo: "Las ideas previas se indagaron a partir de un ejercicio en el que debían reconocer, a partir de diferentes imágenes, cuales representaban cambios químicos. De las respuestas se obtuvieron las siguientes concepciones alternativas: * Los procesos “naturales” no son cambios químicos. (Ejemplo: las plantas crecen porque es un proceso natural, no porque hay reacciones químicas)" (U4)

Reflexión Dialógica Didáctica (U7-U11): Oriana relaciona las estrategias observadas con conceptos didácticos y describe la clase desde una perspectiva pedagógica.

ISBN 978-987-47159-9-9

Ejemplo: "La clase de observación de hoy fue toda una experiencia, ya que pude confirmar algunas de mis ideas iniciales, pero también me llevé un par de sorpresas. En primer lugar, pensé que los chicos iban a estar más “dormidos”, sin embargo, desde que comenzó la clase estaban participando y comentando cosas (relacionadas o no a la clase). No sé si es un comportamiento habitual o si es que los “alborotó” nuestra presencia en la clase ya que nos hicieron varios comentarios y nos observaron bastante, aunque no tuve la oportunidad de interactuar con ellos. En segundo lugar, pude ver a Fer en acción y lo cual fue súper enriquecedor por dos razones, una es la de aprender sobre el manejo de clase, constantemente hay que recordar y exigir que se cumplan las reglas de convivencia, que se haga silencio cuando corresponde, cumplir con el uniforme, el respeto hacia el otro, no utilizar el celular en la clase salvo cuando se les pide, y respetar la jerarquía del docente; y al mismo tiempo motivar, fomentar el interés, controlar que estén realizando las actividades y participando." (U7)

Reflexión Dialógica Modélica (U9): Oriana menciona la importancia de conectar la enseñanza con la experiencia cotidiana, pero no se profundiza en cómo se puede llevar a cabo este proceso.

Ejemplo: "La cocina es parte de cotidianidad de los chicos. Por eso, cuando veían la reacción del bicarbonato, rápidamente lo relacionaron con las tortas. Previamente han visto las reacciones en TikTok, que también forma parte de su vida cotidiana, aunque no lo hayan experimentado “personalmente”, se incorporan las experiencia y conocimientos visualmente." (U9)

4.1.3. Diario de Observación de Agustín

Escritura Descriptiva (U1-U2): Agustín describe sus expectativas sobre la clase, pero no realiza un análisis.

Ejemplo: "Espero observar la relación docente-alumno, las dificultades, o no, de enseñar, y el trabajo en clase." (U1)

En síntesis, se observa una evolución en los niveles de reflexión a lo largo de los diarios, aunque aún no se evidencia un análisis crítico profundo. No se observan elementos de reflexión sobre las fortalezas y áreas de desarrollo de la persona (Nivel 3).

4.2. Retroalimentaciones

Karen: La retroalimentación se centra principalmente en el Nivel 2 - Retroalimentación sobre el proceso, guiándola a reflexionar sobre cómo se desarrollan ciertos aspectos de la enseñanza.

Oriana: Similar a Karen, la retroalimentación se centra en el Nivel 2, explorando el proceso de diseño de la clase y el manejo del aula.

Agustín: La retroalimentación se centra en el Nivel 1 - Retroalimentación sobre la tarea, preguntando por sus expectativas sobre la clase, pero sin un enfoque específico en los procesos o la persona.

4.3. Análisis detallado

4.3.1. Karen

Finalidad de la Enseñanza: La pregunta "¿Crees que podría haberse reflejado alguna otra finalidad? ¿Cómo?" guía a Karen a considerar diferentes finalidades para la enseñanza, más allá de la formación de ciudadanos. Esto es un claro ejemplo de Nivel 2 - Retroalimentación sobre el proceso, ya que ayuda a comprender el proceso de definición de la finalidad de la enseñanza.

Contenidos: La pregunta "¿De qué otra forma crees que podría ser abordado el contenido?" se centra en el proceso de elección y selección de contextos para la enseñanza, también un Nivel 2.

Indagación de Ideas Previas: La pregunta "¿Se te ocurre alguna otra actividad o estrategia para indagar las ideas previas?" es una pregunta sobre el proceso de diseñar actividades, otra vez, Nivel 2.

Contenidos: La pregunta "¿Recordás algún otro contenido abordado en la clase? ¿Crees que podrías haber abordado algún otro contenido en la clase?" busca que Karen analice la selección de contenidos, también un Nivel 2.

Dispersión de los Estudiantes: La pregunta "¿A qué crees que se haya debido? (referido a la dispersión)" guía a Karen a analizar el proceso de identificar las causas de la dispersión, otro Nivel 2.

ISBN 978-987-47159-9-9

4.3.2. Oriana

Finalidad de la Enseñanza: La pregunta "¿Cuál de las actividades te permitió apreciar esto?" se centra en el proceso de observación y análisis de las actividades, Nivel 2.

Indagación de Ideas Previas: La pregunta "¿Se te ocurre alguna otra estrategia para indagar las ideas previas del tema?" se centra en el proceso de diseño de actividades, Nivel 2.

Contenidos: La pregunta "¿Cómo se trabajó la Modelización durante la clase?" se centra en el proceso de enseñanza, Nivel 2.

Contenidos: Las preguntas "¿Cómo se trabajó la conservación respecto del tema?" y "¿Qué representación se trabajó en la clase?" se enfocan en el proceso de enseñanza, Nivel 2.

Objetivos: Las preguntas "¿En qué actividad formularon ecuaciones químicas?" y "¿Sería reconocer como se formulan las ecuaciones químicas?" buscan que Oriana analice el proceso de enseñanza, Nivel 2.

4.3.3. Agustín

Expectativas: La pregunta "¿Qué esperás observar en la clase?" es una pregunta sobre las expectativas de Agustín sobre la clase, sin un enfoque específico en los procesos o la persona. Se considera Nivel 1 - Retroalimentación sobre la tarea, dado que se centra en la observación general de la clase.

4.4. Comparación de resultados

Falta de Nivel 3: En los tres casos, no se observa una retroalimentación explícita que se enfoque en las fortalezas y áreas de desarrollo de los futuros docentes (Nivel 3 - Retroalimentación sobre la persona).

Dominio del Nivel 2: Las preguntas de retroalimentación se enfocan en guiar a los futuros docentes en el análisis del proceso de enseñanza, predominando el Nivel 2.

De los resultados obtenidos podemos extraer las siguientes ideas para mejorar el seguimiento de los futuros docentes por parte de los formadores: Necesidad de incorporar Nivel 3 para que la retroalimentación sea más completa y útil, incorporando preguntas que se centren en las fortalezas y áreas de desarrollo de los futuros docentes. Realizar preguntas de retroalimentación más específicas, indicando qué aspectos del proceso se quieren analizar. Por último, combinar las tres categorías de retroalimentación para brindar un panorama completo del desarrollo profesional del futuro docente.

5. CONCLUSIONES

El análisis de los diarios de clase de tres futuros profesores de química reveló aspectos relevantes sobre el proceso de reflexión docente en la formación inicial. Aunque se observa una evolución gradual desde la descripción hacia niveles más profundos de reflexión, la mayoría de las respuestas se centran en el proceso de enseñanza, con una limitada presencia de análisis críticos y una ausencia de retroalimentación sobre las fortalezas y áreas de desarrollo de la persona (Nivel 3).

En relación al Nivel 2, se evidencia que la mayoría de las retroalimentaciones se enfocan en el proceso de enseñanza, guiando a los futuros profesores a reflexionar sobre cómo se desarrollan ciertos aspectos de la práctica, mostrando un interés en la mejora de la práctica docente. La falta de retroalimentación centrada en el Nivel 3, sobre las fortalezas y áreas de desarrollo de los futuros profesores, limita la posibilidad de que estos puedan identificar sus puntos fuertes y trabajar en sus debilidades de forma individualizada. En este sentido se reconoce que es fundamental incorporar retroalimentaciones que se enfoquen en los tres niveles de Hattie y Timperley para proporcionar una evaluación completa del desarrollo profesional del futuro docente.

Con relación a la falta de análisis crítico en las respuestas de los futuros docentes, resulta preocupante dado que limita la posibilidad de generar propuestas innovadoras y la transformación de la práctica docente. Este resultado refleja la necesidad de plantear un enfoque más profundo en la reflexión crítica y la autoevaluación para que los futuros docentes desarrollen una práctica docente más reflexiva y transformadora. Es central la búsqueda de estrategias pedagógicas que estimulen la reflexión crítica en los futuros docentes, brindándoles oportunidades para cuestionar las estrategias observadas y proponer alternativas. A su vez, es fundamental guiar a los futuros profesores a relacionar los conceptos didácticos con la práctica docente real,

ISBN 978-987-47159-9-9

para que puedan analizar las estrategias observadas desde una perspectiva más profunda. La creación de grupos de trabajo y la colaboración entre futuros docentes puede enriquecer la reflexión, brindándoles la oportunidad de compartir ideas y experiencias.

En síntesis, el estudio sugiere que la retroalimentación debe ser más completa y específica para impulsar la reflexión crítica y la mejora de la práctica docente en los futuros profesores de química. Es fundamental guiar a los futuros docentes para que identifiquen sus puntos fuertes, sus debilidades y sus oportunidades de crecimiento, con el objetivo de que puedan desarrollar una práctica docente más reflexiva y transformadora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alt, D., Raichel, N., & Naamati-Schneider, L. (2022). Higher education students' reflective journal writing and lifelong learning skills: Insights from an exploratory sequential study. *Frontiers in psychology, 12*, 707168.

Chan, C. K., & Lee, K. K. (2021). Reflection literacy: A multilevel perspective on the challenges of using reflections in higher education through a comprehensive literature review. *Educational Research Review*, *32*, 100376. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100376

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81-112.

Larrivee, B. (2008). Development of a tool to assess teachers' level of reflective practice. *Reflective Practice, 9*(3), 341-360.

Machost, H., & Stains, M. (2023). Reflective practices in education: A primer for practitioners. *CBE—Life Sciences Education*, *22*(2), es2. https://doi.org/10.1187/cbe.22-07-0148

Nückles, M., Roelle, J., Glogger-Frey, I., Waldeyer, J., & Renkl, A. (2020). The self-regulation-view in writing-to-learn: Using journal writing to optimize cognitive load in self-regulated learning. *Educational Psychology Review, 32*(4), 1089–1126. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09541-1

Suphasri, P., & Chinokul, S. (2021). Reflective Practice in Teacher Education: Issues, Challenges, and Considerations. *PASAA: Journal of Language Teaching and Learning in Thailand*, *62*, 236-264.

Thorpe, K. (2004). Reflective learning journals: From concept to practice. *Reflective practice, 5*(3), 327-343.

Yalcin Arslan, F. (2019). Reflection in pre-service teacher education: exploring the nature of four EFL pre-service teachers' reflections. *Reflective Practice, 20*(1), 111-124.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/15hbff6bYVZhwid96jEUvqjKhhhOtb_IV/view

ISBN 978-987-47159-9-9

LA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA EN ACTIVIDADES AGROPRODUCTIVAS

Jorge Nelson Leguizamón Carate

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.
jorneleca@gmail.com

Carlos Augusto Wottitz

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.

Fanny Cecilia Alvarez Escalada

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.

Héctor Javier Salto

Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.

María Florencia Lescano

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.

Serena María Tévez Leguizamón

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.

Leandro Constantinidi

Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.

Nadia Lorena Thir Ferreyra

Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.

Resumen

La calidad del agua en el sector agrícola es de relevancia indiscutible para cultivos, plantas y cría de animales. Por lo tanto, un técnico agropecuario egresado de escuela técnica debe contar con conocimientos mínimos de gestión, monitoreo y control de calidad del agua para uso en la huerta y/o en la cría de animales. El objetivo del proyecto es que estudiantes de 6° año de una escuela agro-técnica logren conocer y analizar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de agua, de gran impacto en procesos agropecuarios; y por otro lado, gestionar el uso racional de la misma mediado por tecnología. Se realizó relevamiento de infraestructura de la escuela y entrevistas informales a docentes y estudiantes para conocer las actividades que requieren uso de agua, se impartieron conceptos teóricos a los estudiantes con relación a contaminación y muestreo de agua, y finalmente toma de muestra de agua para análisis. Los resultados del proyecto lograron el aprendizaje de un muestreo adecuado por parte de los estudiantes, demostrando resultados aceptables por la normativa vigente luego de los

ISBN 978-987-47159-9-9

análisis correspondientes. Además, se visibilizó un trabajo multidisciplinario con diferentes espacios curriculares, permitiendo diseñar una estrategia tecnológica para la gestión del agua en la huerta.

Palabras clave: *calidad; agua; agropecuario; fisicoquímico; microbiológico.*

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es el sector económico en el que la escasez de agua tiene más relevancia. En la actualidad, la agricultura es responsable del 70% de las extracciones de agua dulce y de más del 90% de su uso consuntivo. En términos amplios, la agricultura tiene tres opciones para gestionar la demanda de agua total dentro del dominio hídrico: Reducir las pérdidas de agua; aumentar la productividad del agua y reasignar el agua (FAO, 2013). La calidad del agua de riego es un factor central para diagnosticar el riesgo de salinización y sodificación de suelos regados, para el caso de agua de bebida para animales debemos tener en cuenta tres factores para evaluar la calidad de esta: Salinidad total, calidad de sales y presencia de elementos tóxicos (Jarsun, 2008). Todo esto contribuye que los técnicos agropecuarios deban actualizarse en cuanto a los requerimientos del recuso agua y además en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que la legislación vigente estipula. En este sentido, la evaluación y monitoreo de parámetros sensibles y del rendimiento de actividades productivas deberían ser la base agronómica para minimizar posibles impactos negativos y de esta manera, maximizar la sustentabilidad de los agroecosistemas (Duggan et al, 2017).

En las escuelas de modalidad agro técnicas, se enseñan y practican los procesos agropecuarios en el ciclo orientado. En las mismas, los estudiantes aplican conocimientos teóricos a la práctica mediante la huerta y/o cría de aves para faenado, entre otras. Dichas actividades requieren de gran variedad de insumos, entre ellos el agua, de vital importancia. La calidad del agua en el sector agrícola es de relevancia indiscutible para cultivos, plantas y cría de animales. Por lo tanto, un técnico agropecuario, debe contar con los conocimientos mínimos de gestión, monitoreo y control de calidad del agua para uso en actividades agro-productivas.

2. OBJETIVOS

Como objetivo general se planteó conocer y analizar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua, de gran impacto en los procesos agropecuarios.

A su vez, los objetivos específicos fueron: aplicar conceptos teóricos para la toma de decisiones, medir y controlar parámetros sencillos de calidad de agua como estrategia didáctica, gestionar el uso de agua mediado por tecnología y realizar una mejora en alguna actividad agropecuaria.

3. METODOLOGÍA

Para realizar el diagnóstico de la problemática, se realizaron entrevistas a los docentes responsables de los espacios curriculares en relación con la huerta y cría de animales. Se hizo relevamiento de infraestructuras por observación directa, a cargo de los estudiantes y docentes universitarios involucrados en el proyecto. Los docentes responsables del proyecto desarrollaron clases teóricas en las instalaciones de la escuela; en los temas de contaminación de agua y muestreo de agua.

Luego, se tomaron muestras de agua y se enviaron para su análisis en el ministerio de salud de la provincia, a fin de diagnosticar el estado actual de la calidad del agua. También, el equipo de trabajo desarrolló actividades experimentales para medir algunos parámetros sencillos como pH y conductividad del agua, haciendo participes a los estudiantes de 6° año de la escuela.

Por último, a partir del diagnóstico precedente se hizo una propuesta de mejora mediada por tecnología para gestión del agua de bebida de animales y uso en la huerta como agua de riego. Dicha propuesta fue de manera consensuada entre los docentes de la institución y el equipo de trabajo.

ISBN 978-987-47159-9-9

4. RESULTADOS

Se impartió el conocimiento de cuáles son los parámetros fisicoquímico y microbiológico de calidad acorde a la legislación vigente (Código Alimentario Argentino). Las mediciones de algunos parámetros de calidad del agua fueron realizadas por los estudiantes utilizando equipos de campo y además haciendo uso del propio equipamiento de la institución. Los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en zonas que abarca toda la institución se muestran en las Tablas I y II. Los mismos se consideran enmarcados según la legislación, considerando al agua apta para consumo humano. En cuanto a la mejora propuesta, mediada por realidad virtual, se pudo diseñar un sistema de riego controlado para un invernadero inteligente, en donde los estudiantes podrán sembrar hortalizas fuera del calendario habitual de siembra, como estrategia de comercialización. Dicha estrategia fue redactada como un instructivo paso a paso y entregada al decente responsable para ser utilizada como estrategia pedagógica.

Durante la ejecución del presente proyecto surgió la necesidad desde la institución beneficiaria, de reacondicionamiento y puesta a punto de equipos portátil multiparamétricos (específicamente pHmetro). Se hizo recuperación de electrodo de pHmetro a través de diferentes ácidos y soluciones básicas.

TABLA I. *Resultados de análisis fisicoquímico del agua.*

Conductividad eléctrica (mS/cm)	*pH*	*Turbiedad (UNT)*	*Residuo seco (mg/L)*	*Dureza total (mg/L)*	*Alcalinidad total (mg/L)*
0,981	7,43	0,97	788	132	160

TABLA II. *Resultados de análisis microbiológicos del agua.*

Aerobios Mesófilos totales (UFC/mL)	*Coliformes totales (NMP/100mL)*	*Coliformes fecales (NMP/100mL)*	*Salmonella (48 hs por 100 mL)*	*Pseudomona aeruginosa (48 hs por 100 mL)*
28	Menor a 1,1	Ausencia	Ausencia	Ausencia

5. CONCLUSIONES

Se pudo dar a conocer a los docentes de la institución, como se debe analizar e interpretar informe de resultados de un análisis de agua rutinario. Durante la ejecución del proyecto, se visibilizo el trabajo multidisciplinario con las diferentes cátedras involucradas. Los estudiantes beneficiarios lograron un aprendizaje de a pares, además que tuvieron la contribución de los estudiantes universitarios integrantes del proyecto; en compartir sus experiencias.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE) por la financiación del proyecto en el marco de la convocatoria Proyectos de Extensión y Voluntariado Universitario SEU-UNSE 2022 (Res. Rec. N°221/2023) y a toda la comunidad de la Escuela Técnica N°15 “Don Antonio Escañuela” (Colonia Gamara-Santiago del Estero) por su buena predisposición para la ejecución de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA-AWWA-WPCF (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España.

Duggan et al (2017) Evaluación de la calidad del agua y del suelo regado en forma complementaria en la región pampeana argentina. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica, N° 28*, IPNI.

FAO (2013) Afrontar la escasez de agua. Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. *Informe sobre temas hídricos N° 38.* ISBN 978-92-5-307304-7 (edición impresa) E-ISBN 978-92-5-307633-8 (PDF).https://openknowledge.fao.org/items/a2f0c040-4c16-458c-9f15-b44660639d3b

Jarsun, Rafael Omar (2008) *Manual de uso de interpretación de aguas*. Córdoba, Argentina.

Rodríguez Mellado, J. M., Marín Galvín, R. (1999). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1t8MXaFdth81Qv7qE94MaN52Fms7PfMWi/view

ISBN 978-987-47159-9-9

¿SABEMOS LO QUE COMEMOS? EXPLORANDO LA COMPOSICIÓN DE NUESTROS ALIMENTOS

Carla José

Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina.
carlajosemanso79@gmail.com

Bianca V. Garay

Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina.
biancagarayok@icloud.com

Abril A. Bongarzone Lugos

Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina.
azulbongarzone32@gmail.com

María V. Toledo

Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) , La Plata, Buenos Aires, Argentina.
toledovictoria@gmail.com

Resumen

El presente trabajo describe una enriquecedora experiencia de articulación Universidad-escuela a través de un taller multidisciplinario e integrado para el abordaje de la nutrición y alimentación consciente, como base de bienestar y equidad social. Esta metodología, desarrollada en el marco de un proyecto de extensión universitaria en el área de educación para la inclusión, tiene como objetivo fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante actividades interactivas que abordan de manera transversal diversos ejes temáticos en el ámbito de las ciencias naturales. Los estudiantes participan activamente junto a docentes y estudiantes universitarios para reforzar la temática elegida, explorarla y visualizarla desde nuevos puntos de vista. A través de actividades experimentales sencillas, se fomenta la participación, el intercambio de ideas, el pensamiento crítico y, en última instancia, un aprendizaje significativo. Además, esta articulación entre la universidad y la escuela contribuye a que el alumnado visualice su futuro de manera más amplia y esperanzadora.

Palabras clave: *nutrición; alimentación; biomoléculas; experimentación; química*

1. INTRODUCCIÓN

La condición insustituible para alcanzar un desarrollo con equidad social es generar en la población a través de políticas educacionales, una propuesta pedagógica que motive el compromiso, la responsabilidad, la participación y la inclusión. Este tipo de actividades permite al docente y estudiante visualizar interactivamente el concepto de transversalidad al infundir, para cada nivel de aprendizaje, contenidos de su asignatura con tópicos específicos tales como materia, química, alimentación y biología. Si bien la mejora en la calidad de vida es un proyecto educativo, científico y tecnológico de largo plazo que abarca a la sociedad en su conjunto, las ventajas pueden verse en un corto plazo merced a la educación de los estudiantes de edad temprana.

Es esencial que los niños y las niñas, así como los y las adolescentes adquieran los conocimientos básicos sobre nutrición que garanticen bienestar, salud y educación entre otros derechos y, sobre todo, para que aprendan a alimentarse sanamente y desarrollen estilos de vida beneficiosos para su bienestar físico y emocional. Por esta razón, la escuela constituye un ámbito idóneo para el abordaje de la educación nutricional,

ISBN 978-987-47159-9-9

ya que llega a una gran parte de la población y, mediante técnicas didácticas, puede incorporar conocimientos, conductas y actitudes alimentarias de manera gradual y sistemática (Beausset, Navarro y Arce, 2000).

Los alimentos proporcionan los nutrientes necesarios para mantener la vida, promover el crecimiento, conservar la integridad de las estructuras corporales, obtener energía, indispensable para movernos, trabajar, estudiar, aprender y preservar el estado de salud y el buen humor. Un nutriente es un compuesto químico que forma parte de los alimentos, y el cuerpo los utiliza para funcionar y crecer. Estos compuestos químicos tan importantes son las proteínas, hidratos de carbono, lípidos, minerales y agua. Cada nutriente, también llamado biomolécula por ser esencial para la vida, cumple funciones determinadas en nuestro cuerpo, y esto determina la cantidad requerida de cada nutriente. En este sentido, los mismos se clasifican en macro- y micronutrientes, quedando el agua fuera de esta clasificación, ya que es un nutriente esencial y vital. Considerando que nuestro cuerpo obtiene los nutrientes de los alimentos, se visualiza la importancia de elegir conscientemente los alimentos a consumir considerando su composición (Alberts, 2013).

En Argentina, la ley de etiquetado frontal 27.642/2021 promueve la alimentación saludable mediante avisos de rápida identificación en los envases de los productos. En este sentido, los alimentos y bebidas analcohólicas envasados y comercializados con nutrientes críticos (azúcares, sodio, grasas saturadas y grasas totales) y valor energético superiores a los valores establecidos en esta ley deben incluir en la cara principal un sello de advertencia indeleble por cada nutriente crítico en exceso, según corresponda: “EXCESO EN AZÚCARES”; “EXCESO EN SODIO”; “EXCESO EN GRASAS SATURADAS”; “EXCESO EN GRASAS TOTALES”; “EXCESO EN CALORÍAS”. Adicionalmente, si contiene edulcorantes y/o cafeína el envase debe contener debajo de los sellos de advertencia la siguiente leyenda: “CONTIENE EDULCORANTES, NO RECOMENDABLE EN NIÑOS/AS”, “CONTIENE CAFEÍNA. EVITAR EN NIÑOS/AS”, según corresponda. El objetivo de esta ley consiste en garantizar el derecho a la salud y alimentación adecuada a través de información nutricional comprensible. Advertir sobre el contenido excesivo de nutrientes críticos, cuyo elevado consumo se asocia a enfermedades crónicas no transmisibles y alteraciones de comportamiento. Dado el carácter crónico del efecto resulta fundamental incorporar desde edades tempranas la educación en nutrición y hábitos alimentarios responsables, así como reforzarlos en el trayecto escolar en todos sus niveles, a través de herramientas didácticas adaptadas al nivel educativo correspondiente (Espínola y Brunner, 2014).

Si bien al etiquetado frontal se le adiciona como complemento el óvalo nutricional argentino y la gráfica de alimentación saludable, las cuales de forma esquemática indican qué alimentos deben ser consumidos en mayor o menor medida, esto usualmente no es suficiente para que los niños seleccionen alimentos necesarios y de calidad para lograr una dieta equilibrada (Fuentes, 2023). Por esto se propone suplementar la información disponible con actividades interactivas en las cuales se describe la función e importancia de incorporar los nutrientes en la alimentación diaria. Se especifican características químicas de las biomoléculas, que son el fundamento de las técnicas utilizadas para su identificación en los alimentos. De esta manera, se promueve en los estudiantes el pensamiento crítico; la observación, interpretación y análisis de la composición de alimentos que consumen a diario para impulsar la elección de una alimentación saludable.

2. OBJETIVO

Este trabajo tiene como objetivo complementar la educación escolar en el área de ciencias naturales a través de la observación y experimentación sencilla. Para ello, se proponen actividades interactivas, directamente conectadas con la vida cotidiana, que estimulan la participación y permiten disfrutar el proceso de aprendizaje. Específicamente, se abordan conceptos de nutrición y biomoléculas como conceptos fundamentales en el eje de educación para la salud.

3. FUNDAMENTOS Y METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el objetivo planteado, se aporta a los estudiantes una presentación audiovisual con contenido teórico de soporte y la metodología para determinar el contenido de lípidos, hidratos de carbono y

ISBN 978-987-47159-9-9

proteínas en diversos alimentos, con enfoque en comprender la información que proporciona el óvalo nutricional y el etiquetado frontal, y concientizar en la importancia de elegir una alimentación saludable.

3.1. Audiovisual

El material audiovisual consiste en una presentación dinámica, visualmente atractiva, con ejemplos de la vida cotidiana que busca tanto ampliar saberes y conocimientos en la temática, como estimular la responsabilidad individual en la elección de la dieta seguida y cuidado del cuerpo. Este material describe la importancia de las biomoléculas en el cuerpo humano, explicando que son incorporadas como nutrientes en la alimentación. Asimismo, establece la diferencia principal entre alimentación y nutrición. Clasifica los nutrientes (macro y micronutrientes), funciones, requerimientos, y conduce a concientizar respecto de la importancia de incorporarlos en la dieta en cantidades adecuadas como base para una buena salud. Seguidamente, se describen las principales macromoléculas necesarias para el adecuado funcionamiento de nuestro organismo, las cuales serán determinadas experimentalmente en diversos alimentos. En este sentido, se aborda la descripción de lípidos, proteínas e hidratos de carbono. Para cada biomolécula se detalla su composición química básica (utilizando representaciones simples), propiedades químicas y principales funciones. Adicionalmente, se describe una experiencia sencilla, segura y reproducible en el hogar para su determinación cualitativa en alimentos de fácil acceso, las cuales serán detalladas en las secciones siguientes. Estas determinaciones permiten que los alumnos visualicen la importancia de conocer las propiedades químicas de compuestos. Al finalizar la presentación audiovisual, se propone que los alumnos realicen la determinación experimental de las macromoléculas mencionadas en cinco alimentos. Basados en sus observaciones experimentales, los estudiantes completarán un cuadro comparativo donde establecerán la presencia o ausencia de las macromoléculas estudiadas en los distintos alimentos e interpretarán grupalmente los resultados obtenidos. Por último, para cerrar, se discutirán los datos obtenidos tomando como referencia el óvalo nutricional argentino (el cual se presenta como herramienta didáctica) y se mencionará la importancia del etiquetado frontal como promoción de una alimentación equilibrada y saludable.

3.2. Importancia y determinación de lípidos

Los lípidos son moléculas no polares compuestas principalmente por carbono e hidrógeno, contienen oxígeno en menor cantidad y pueden contener fósforo, nitrógeno y azufre.

Los lípidos son fundamentales para diversas funciones en el organismo. Uno de sus roles más importantes es su participación en la estructura de las membranas celulares, donde se encuentran formando parte de fosfolípidos y glicolípidos. Además, los lípidos son la principal fuente de energía de reserva para las células, almacenándose en forma de triglicéridos, que son vitales para proveer energía cuando el cuerpo la necesita y proporcionan aislamiento térmico (Cano Estrada, 2014). También son esenciales en muchos otros procesos biológicos, actúan como vehículos para la absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E, K) y son cruciales en la síntesis de hormonas sexuales y otras sustancias reguladoras importantes para el cuerpo. Además de estas funciones, los lípidos rodean y protegen los órganos internos, proporcionándoles consistencia (Sivori, 2021).

Los ácidos grasos son los lípidos más sencillos, los cuales pueden ser saturados o insaturados. En los saturados los enlaces entre los átomos de carbono en la cadena hidrocarbonada son enlaces simples. Estos deben consumirse con moderación, ya que su exceso puede estar asociado a problemas del sistema circulatorio. Se las encuentra en carnes, embutidos, lácteos y aceite de coco. Los ácidos grasos insaturados, también conocidos como “grasas buenas”, contienen uno o más enlaces dobles en la cadena hidrocarbonada. Son beneficiosas para nuestro cuerpo, ya que aportan ácidos grasos esenciales como los omega-3 y omega-6, que no pueden ser producidos por el cuerpo. Estos se encuentran en alimentos como pescados (atún, caballa, salmón, sardina), aceites vegetales, aceitunas, palta y frutos secos. Finalmente, las grasas trans son particularmente peligrosas, ya que aumentan significativamente el riesgo de enfermedades del sistema circulatorio. Estas se forman cuando los aceites se calientan en exceso y también están presentes en alimentos procesados como snacks, frituras, galletitas, helados, y alimentos precocidos y congelados.

El colesterol es un tipo de lípido que se encuentra en todas nuestras células y es esencial para la estructura de las membranas celulares. Además, desempeña un papel crucial en la producción de hormonas y vitaminas. Dado que nuestro cuerpo produce el colesterol que necesita, es importante controlar su ingesta a

ISBN 978-987-47159-9-9

través de la dieta. La ingesta excesiva de grasas de origen animal conlleva un aumento del colesterol en la sangre, que está asociado a enfermedades cardiovasculares.

Los lípidos son insolubles (o muy poco solubles) en agua, pero son solubles en disolventes orgánicos. En general son menos densos que el agua y resultan aceitosos o grasosos al tacto. Estas características son las que se utilizan como recurso para evidenciar su presencia en diferentes alimentos mediante el experimento que los estudiantes encontrarán detallado en la presentación audiovisual. Para este fin, se coloca una porción de manzana, banana, queso rallado, arroz y leche en tubos de ensayo individuales. Previamente, la manzana y banana deben ser trituradas. A continuación, se agrega en cada tubo un volumen de acetona (solvente orgánico miscible en agua) y agitar. Los lípidos presentes en los alimentos se disolverán en la acetona. Luego se retira una porción de líquido de cada tubo con pipeta Pasteur, y se descarga en nuevos tubos de ensayo que contienen agua. Si el alimento contiene lípidos, se observará la formación de dos fases debido a que estos últimos son insolubles en agua (Ceretti y Zalts, 2000).

3.3. Importancia y determinación de proteínas

Las proteínas son moléculas muy complejas formadas por la unión de aminoácidos. Las proteínas se diferencian entre sí por el número y orden de los aminoácidos que las componen, lo cual determina la estructura y función de cada proteína en el cuerpo (Alberts, 2013). Las proteínas cumplen funciones muy diversas. Una de las más importantes es la función estructural, ya que forman parte de tejidos de músculos y huesos. Otra función es la de transporte, siendo la hemoglobina una proteína fundamental para la vida ya que se encarga de transportar el oxígeno en la sangre. También constituyen una línea de defensa importante contra agentes infecciosos ya que los anticuerpos son proteínas (Alberts, 2013). Algunos alimentos ricos en proteínas son: la leche, la carne, el huevo, la soja y las lentejas.

Una fuente de proteínas es un elemento importante en una dieta saludable para el crecimiento y el mantenimiento de la dinámica corporal, así como para la reparación de tejidos y otras funciones vitales (OMS, 2007). El experimento propuesto para evidenciar la presencia de proteínas se basa en la percepción de un cambio de color al mezclar un alimento con reactivo de Biuret. Experimentalmente se muelen distintos alimentos y se colocan en tubos de ensayo individuales. Luego se colocan aproximadamente 2 mL de KOH y gotas de $CuSO_4$. Finalmente, se separa el líquido y se comparan los colores. En caso de contar con la presencia de proteínas, el cobre del reactivo formará un complejo de coordinación con los enlaces peptídicos de las proteínas, presentando coloración violeta. Esta reacción reconoce péptidos formados por cuatro aminoácidos o más, y es independiente de la naturaleza de los mismos. De esta forma se podrá discriminar entre los alimentos que contienen proteínas y los que no.

3.4. Importancia y determinación de azúcares: almidón y azúcares reductores

Los carbohidratos o azúcares son biomoléculas formadas principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno. Según el número de unidades de azúcar que contienen, se clasifican en monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Los monosacáridos, como la glucosa y la fructosa, son los carbohidratos más simples y no pueden ser hidrolizados en azúcares más sencillos. Los disacáridos se forman por la unión de dos monosacáridos a través de un enlace glucosídico. Los oligosacáridos contienen entre tres y diez monómeros de azúcar, mientras que los polisacáridos, como el almidón y la celulosa, son cadenas largas de monosacáridos. Por otro lado, según su estructura química se pueden clasificar en simples y complejos. Los simples son aquellos monosacáridos y disacáridos que se encuentran en gran proporción en el azúcar de mesa (sacarosa) y en todos sus derivados (chocolate, bebidas azucaradas, mermeladas, alimentos ultraprocesados) y también en la miel. Éstos se digieren rápidamente en el cuerpo, lo que puede llevar a un aumento rápido de los niveles de glucosa en sangre. Mientras que los complejos son aquellos oligosacáridos y polisacáridos entre los cuales se encuentran el almidón y glucógeno, que se digieren más lentamente que los simples, proporcionando una liberación de glucosa más gradual y sostenida en el torrente sanguíneo. El almidón lo encontramos en alimentos como el arroz, las pastas, las legumbres y todos sus derivados, y también algunas raíces comestibles como la papa y la batata (Sívori, 2021). Las principales funciones en el organismo son proporcionar energía a la célula y ser los precursores de numerosas moléculas de importancia biológica, que contribuyen a regular el metabolismo y almacenar energía en forma de glucógeno. Los carbohidratos son la principal fuente de energía para el cuerpo

ISBN 978-987-47159-9-9

humano. En particular, la glucosa obtenida a partir de carbohidratos más complejos es esencial para el funcionamiento del cerebro y la actividad física (Smolin, 2020). Los hidratos de carbono también están involucrados en la formación de glicoproteínas y glicolípidos en las membranas celulares, lo cual es importante para el reconocimiento celular y la protección contra patógenos (Alberts, 2013).

Si bien los azúcares proporcionan una fuente importante de energía, la calidad de los carbohidratos consumidos es crucial, por lo que la OMS recomienda que su ingesta se encuentre entre el 45 y 65 % del total de la ingesta calórica diaria. La ingesta adecuada de carbohidratos de alta calidad, como los provenientes de granos enteros, frutas y verduras, y el consumo limitado de alimentos con azúcares añadidos y refinados, es fundamental para la prevención de enfermedades como la diabetes tipo 2 y cardiovasculares (OMS, 2015)

En base a lo expuesto, la determinación de azúcares en distintos alimentos contribuiría a aumentar el conocimiento de los estudiantes sobre la calidad de los alimentos a seleccionar para tener una dieta equilibrada que combine los nutrientes necesarios para el cuerpo. Los alumnos realizan dos experimentos químicos para determinar el contenido de azúcares: por un lado, determinan el contenido de almidón empleando la reacción de Lugol y analizan el contenido de azúcares reductores por el método de Fehling. Para el primero de ellos, colocan una pequeña porción de manzana, banana, queso rallado, arroz y leche en polvo en un plato, a cada uno de los cuales le agregan unas gotas de reactivo de Lugol (yodo disuelto en solución acuosa de ioduro de potasio). Cuando el polisacárido se mezcla con la solución de Lugol, el yodo forma un complejo de coloración violácea/azul oscura con la estructura helicoidal del almidón, indicando un resultado positivo. En cambio, si el color permanece pardo/bordó, indica un resultado negativo, es decir que el alimento estudiado no contiene almidón (Martín-Sanchez, 2013). La presencia de azúcares reductores, que son aquellos carbohidratos que tienen la capacidad de reducir ciertos compuestos en soluciones químicas, se determina empleando el reactivo de Fehling. Este comportamiento de los azúcares se debe a la presencia de un grupo aldehído libre en los monosacáridos o a la capacidad de ciertos disacáridos, como la lactosa, de ser hidrolizados en azúcares reductores individuales. En contraste, los azúcares no reductores, como la sacarosa, no tienen esta capacidad porque su estructura química bloquea el grupo funcional aldehído. El reactivo de Fehling está compuesto por dos soluciones, las cuales son llamadas A y B. Fehling A consiste en una solución de sulfato cúprico en agua y Fehling B es una solución de NaOH y tartrato doble de sodio y potasio (sal de Rochelle). Cuando se mezclan cantidades iguales de estas dos soluciones se forma un complejo soluble de intenso color azul de tartrato de cobre, que es considerado frecuentemente como una solución de óxido de cobre II. Al poner esta mezcla en contacto con un aldehído y calor, el reactivo se reduce produciendo un precipitado rojo ladrillo de óxido cuproso, y el aldehído se oxida a ácido.

Los alumnos colocan 1 ml de cada uno de los reactivos en 5 tubos de ensayo. En cada uno se agrega una pequeña porción de manzana, banana, queso rallado, arroz y leche respectivamente. Se mezcla bien, y lleva al baño de agua a 80 °C. Los alimentos que tengan azúcares reductores presentarán una coloración rojo-ladrillo debido a la formación de óxido cuproso, mientras que los que no contengan permanecerán con el azul propio del reactivo.

3.5. Registro de resultados y su discusión

Basados en sus observaciones experimentales, los estudiantes completan un cuadro estableciendo la presencia o ausencia de las macromoléculas estudiadas en los distintos alimentos, e interpretan grupalmente los resultados obtenidos. Los extensionistas guían con preguntas la interpretación de resultados, luego se contrastan con información publicada del tema particular, así como material nutricional formal y leyes vigentes del tema. Se plantean interrogantes disparadores de pensamiento crítico, como: “¿Algún alimento aporta todas las biomoléculas necesarias para nuestro cuerpo?” “En base a los resultados, ¿es saludable comer siempre lo mismo?”. Se busca relacionar las funciones de las distintas biomoléculas y las cantidades requeridas de cada una de ellas, visualizar estos requerimientos en el material didáctico disponible de alimentación (óvalo nutricional y plato). Asimismo, se cuestiona: “Si los hidratos de carbono y los lípidos son biomoléculas necesarias, ¿porque el etiquetado frontal nos avisa/alerta de su contenido en alimentos? Se establecen diferencias entre cantidad y calidad de los alimentos, destacando la importancia de ambos conceptos. Finalmente, como actividad integradora de los conceptos adquiridos en el taller, se propone a los estudiantes que preparen en grupo un plato completo que aporte alimentos de calidad y permita incorporar los nutrientes necesarios para una

ISBN 978-987-47159-9-9

alimentación saludable. Luego, los platos armados se presentan como propuestas al comedor escolar con el objeto de lograr una alimentación consciente y hábitos saludables. Adicionalmente, se registran observaciones y opiniones de los docentes a cargo de los cursos mediante formulario digital. Este formulario se completa después del taller, con el objetivo de obtener una perspectiva clara de los docentes sobre los efectos logrados, los conceptos realmente asimilados por los estudiantes, la difusión del taller entre sus pares y familiares, así como su desempeño en las actividades relacionadas con la temática. Esta retroalimentación es fundamental para evaluar el impacto del taller y mejorar futuras intervenciones educativas. En el período 2023-2024, el taller descrito ha sido realizado en 10 cursos con un promedio de 25 estudiantes cada uno. Específicamente se trabajó con edades comprendidas entre 11 y 17 años, involucrando escuelas estatales y privadas de La ciudad de La Plata. La totalidad de los estudiantes reconocieron que sus dietas debían revisarse, se involucraron y propusieron mejoras de las mismas. Actualmente se trabaja en la coordinación con el comedor escolar de las instituciones para efectivizar los platos propuestos por los estudiantes. La retrovaloración de los docentes (encuestas post-taller) evidencian que los objetivos propuestos fueron alcanzados y seguimos en coordinación para continuar trabajando en conjunto.

4. CONCLUSIONES

En conclusión, el taller de extensión universitaria presentado, centrado en la interacción y la experimentación en el ámbito de las ciencias, ha demostrado ser una herramienta efectiva para fomentar el interés y el compromiso de los estudiantes en el cuidado de la salud y la alimentación consciente. Para su réplica resulta importante la organización de los estudiantes en grupos de 4-5 estudiantes, a modo de lograr el compromiso y protagonismo de cada uno, otorgando el análisis de un alimento a cada integrante del grupo. Las actividades realizadas, que incluyen la búsqueda de biomoléculas en alimentos cotidianos, no solo han permitido a los alumnos adquirir conocimientos, sino que también han facilitado la transmisión de estos saberes a sus entornos familiares, ampliando así el impacto del mensaje.

Las actividades planteadas, evidencian que no es necesario disponer de un laboratorio escolar, ni costoso material de laboratorio y/o reactivos difíciles de preparar y manipular para llevar la experimentación química al aula, siendo una propuesta aplicable en diversos entornos educativos.

Si bien el objetivo central se relaciona con fomentar y concientizar respecto de la alimentación saludable como base de un futuro saludable, la práctica experimental planteada permitió desarrollar y/o mejorar la autonomía de los alumnos, adquirir destreza en manipulación de material de laboratorio y protocolos, observación y registro de lo observado, discusión de resultados con pares, discusión de ideas y elaboración de una conclusión final.

Las devoluciones de los docentes destacan un creciente interés por el área de las ciencias, especialmente en relación con metodologías inclusivas que promueven la participación activa de todos los estudiantes. Además, la vinculación entre el alumnado escolar y los docentes y estudiantes universitarios ha sido fundamental para que los jóvenes visualicen un futuro académico posible y alcanzable. Este tipo de iniciativas no solo enriquecen el proceso educativo, sino que también contribuyen a la formación de ciudadanos más conscientes y comprometidos con su salud y su entorno.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional de La Plata y a la Facultad de Ciencias Exactas por la financiación del proyecto de extensión en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alberts, B.; Bray, D.; Hopkin, K.; Johnson, A; Lewis, J.; Raff, M; Roberts, K.; Walter, P. (2013). *Essential cell biology*. Garland Science.

ISBN 978-987-47159-9-9

Beausset, I.; Navarro, R.; y Arce, A.P. (2000). *Manual de técnicas didácticas para la enseñanza de las guías alimentarias en Costa Rica* (1a. ed.) San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Escuela de Nutrición.

Cano Estrada, E.A. (2014). La ruta bioquímica de los alimentos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 2 (4) https://doi.org/10.29057/icea.v2i4.85.

Ceretti, H.M. y Zalts, A. (2000). *Experimentos en contexto. Química. Manual de Laboratorio*. Argentina. Pearson Education.

Espínola V., Brunner M., Azar G. (2014) *Alimentación saludable en la escuela. Hacia una adecuada alimentación de los niños en edad escolar*. Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. https://buenosaires.gob.ar/areas/educacion/curricula/alimentacion_saludable.pdf

Fuentes, S., Estrada, B. (2023). Alimentación escolar y educación alimentaria: tendencias recientes en la investigación en América Latina entre 2005 y 2021. *Revista Educación*, *47*(1), 563–578. https://doi.org/10.15517/revedu.v47i1.51724

Gráfica de alimentación saludable. Recuperado el día 22 de agosto de 2024 de https://www.argentina.gob.ar/salud/alimentacion-saludable/grafico

Ley 27.642 - Promoción de la alimentación saludable. Recuperado el día 22 de agosto de 2024 de https://www.argentina.gob.ar/justicia/derechofacil/leysimple/salud/ley-de-etiquetado-frontal

Martín-Sanchez, M., Martín-Sanchez, M.T., Pinto, G. (2013) Reactivo de lugol: historia de su descubrimiento y aplicaciones didácticas. *Educación Química, 24* (1) 31-36.

Sivori, D. (2021) *Nutrición fácil en tiempos difíciles*. Editorial Grijalbo.

Smolin, L.A.; Grosvenor, M.V.; Gurfinkel, D. (2020). *Nutrition: Science and Applications* (3ra. ed.). Editorial John Wiley & Sons.

Organización Mundial de la Salud. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43411/WHO_TRS_935_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Mundial de la Salud. (2015). Guideline: sugars intake for adults and children. https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1RlFb4f56KA1lQJII_kERtje0S-jl-TSC/view

ISBN 978-987-47159-9-9

ALGUNAS CARACTERISTICAS DEL ESTADO ESTACIONARIO DEL COMPLEJO ENZIMA-SUSTRATO

Nicolás A Garrone

Instituto de Investigaciones Biotecnológicas, Universidad de San Martín-CONICET, Buenos Aires, Argentina.
ngarrone@iib.unsam.edu.ar

Dara Dobler

Instituto Latinoamericano de Capacitación, Educación y Trabajo, ILCET-Chile
ilcetchile@gmail.com

Analía Isabel Coralizzi

Instituto Latinoamericano de Capacitación, Educación y Trabajo, ILCET-Argentina
ilcetargentina@gmail.com

Eduardo N Cozza Buccaro

Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional (UTN) e Instituto Latinoamericano de Capacitación, Educación y Trabajo, ILCET-Argentina.
ecozza@frba.utn.edu.ar

Resumen

El modelo de Michaelis y Menten para la catálisis enzimática, su ecuación y la constante Km, se fundamentan en el estado estacionario de la concentración del complejo enzima-sustrato, [ES]. A partir de instrumentos matemáticos simples se aporta en este trabajo evidencia acerca de la variación que sufre dicha concentración, ya que su valor aparece dependiendo de la concentración de sustrato y del tiempo de incubación. Así la [ES] puede variar hasta 1000 veces a lo largo de la reacción. De todos modos, las ecuaciones derivadas permiten también establecer las condiciones bajo las cuales la [ES] sufre poca variación, validándose así el estado estacionario que se postula en el modelo. Estos resultados sugieren que i) la validez de la hipótesis del estado estacionario debe comprobarse al utilizar el modelo de Michaelis y Menten ya que no parecer ser inmediata, ii) Km, tomada siempre como constante de estado estacionario del [ES], podría variar su interpretación en algunos casos experimentales. Por último, el simple desarrollo matemático aquí presentado para un proceso químico, en este caso el de las reacciones enzimáticas, puede ejemplificar las bondades de utilizar estas herramientas en la formación de los estudiantes de química de los niveles terciarios y universitarios.

Palabras clave: *enzimas; enzimología; Michaelis-Menten; enzima-sustrato; Km*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La cuestión química

La cinética química catalizada por enzimas tiene como uno de los modelos mecamísticos y matemáticos más difundido y utilizado que la describe el de Michaelis y Menten (Deichmann y col, 2014); Johnson y Goody, 2011). Como es bien conocido, este modelo se fundamenta en 3 etapas básicas: i) la unión reversible de la enzima, E, con el sustrato, S, formando el llamado complejo enzima-sustrato, ES; ii) la transformación del sustrato en producto con la intervención química de la enzima como catalizadora, y iii) la inmediata liberación del producto, P, con la reposición de la enzima libre para continuar con la catálisis (FIGURA 1). El modelo también propone que la velocidad individual de transformación del S en P y la liberación de éste ocurre a muy alta velocidad, mayor que el resto de las etapas, por lo que no se considera en el modelo (FIGURA 1).

ISBN 978-987-47159-9-9

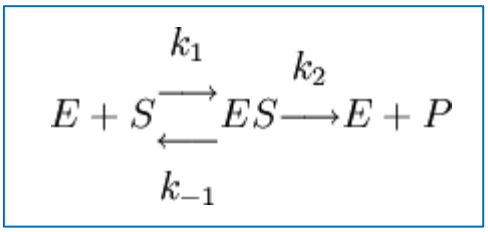


FIGURA 1: *Modelo mecanístico de Michaelis y Menten para la catálisis enzimática. La reacción entre la Enzima, E, y el Sustrato, S, forma de manera reversible el complejo enzima-sustrato, ES, con el cual se produce la transformación del sustrato en producto, P, el que se desprende irreversiblemente de la enzima. Las constantes específicas de velocidad k_1, k_{-1} y k_2 corresponden a las transformaciones indicadas por cada flecha de reacción.*

Las reacciones químicas involucradas en las etapas del modelo tienen constantes específicas (k_1, k_{-1} y k_2) que están involucradas en la conocida expresión matemática para la velocidad de la reacción enzimática, principalmente la inicial para evitar efectos de inhibición por producto: Ecuación de Michaelis-Menten (1)

Ecuación de Michaelis-Menten

$$V_0 = \frac{V_{max}[S]}{K_m + [S]} \quad \textbf{(1)}$$

donde:

- **Vo** es la velocidad de la reacción enzimática, principalmente la inicial, que se puede expresar según Vo, como muestra la ecuación (2):

$$\textbf{Vo= - d[ES] / dt = } k_2 \textbf{ [ES]} \quad \textbf{(2)}$$

- **Vmáx** representa la velocidad máxima, rigurosamente inalcanzable pues correspondería a una concentración de enzima libre, [E], igual a cero, y se expresa como indica la ecuación 3:

$$\textbf{Vmax= } k_2 \textbf{ [E]}_{\textbf{total}} \quad \textbf{(3)}$$

- **Km** es la constante de disociación del estado estacionario del complejo enzima sustrato (ver FIGURA 1) y, como muestra la ecuación 4, es igual a:

$$\textbf{Km = [E] . [S] / [ES] = } k_{-1}\textbf{. } k_2 \textbf{ / } k_1 \quad \textbf{(4)}$$

donde las concentraciones son las del estado estacionario, o sea a las presentes durante la formación de producto.

Combinando las ecuaciones (1), (2) y (3) se puede obtener k_2 [ES] = k_2 $[E]_{total}$. [S] / (Km + [S]) que llega a la ecuación (5)

$$\textbf{[ES] = [E]}_{\textbf{total}} \textbf{ . [S] / (Km + [S])} \quad \textbf{(5)}$$

De esta forma resulta claro que el complejo enzima-sustrato, [ES], juega un rol central en este modelo ya que con él se produce la transformación del sustrato en producto (FIGURA 1), su concentración define la velocidad de la reacción enzimática (Vo, ecuación (2)), y su constancia durante la catálisis (estado estacionario, d[ES]/dt= 0) permite deducir la expresión de Km= $\mathbf{k_{-1}. k_2 / k_1}$

Así, Km es la constante de estado estacionario de disociación del complejo ES, por lo que las concentraciones de su expresión son las del estado estacionario durante la catálisis.

La constancia de la concentración del complejo enzima-sustrato, ES, no ha sido suficientemente revisada para considerar y analizar sus rangos o situaciones de validez (Garrone y col., 2024). En este sentido existen reportes que intentan delimitar la validez del modelo de Michaelis y Menten y sus premisas (Srinivasan, 2022; Leow y Chan, 2019), proponiéndose que no es el complejo ES el que mantiene constante su concentración, sino que es el sustrato el que sufre ese estado (Schnell). Una revisión sobre este tema puede verse desarrollada en el trabajo de Murray (2002).

Con el propósito de encontrar evidencia que pueda aportar acerca de lo planteado en el párrafo anterior, se ha determinado, a través del tratamiento matemático sencillo de la ecuación de Michaelis y Menten

ISBN 978-987-47159-9-9

(1), la variación de la concentración del complejo ES durante la catálisis con respecto a la concentración de sustrato presente en la reacción y con respecto al tiempo de reacción.

1.2 La cuestión educativa

La enseñanza de la química en el nivel de educación universitaria incluye muchos casos y temas en los que la aplicación de instrumentos matemáticos resulta imprescindible. De hecho, en la práctica, es necesario construir expresiones numéricas que puedan describir, interpretar y/o predecir el comportamiento de sistemas químicos (Gutman y Castro, 2003; Galdeano-Bienzobas y Valiente-Barderas, 2010). Con la mirada puesta en este marco de formación y aprendizaje, se hace entonces necesario que los docentes elijamos temas que se puedan desarrollar y profundizar poniendo en juego la aplicación de las herramientas matemáticas. En nuestro grupo, la aplicación de herramientas matemáticas simples para describir procesos químicos ha sido realizada, incluyendo la catálisis enzimática (Matković y col, 2001).

2. OBJETIVO

El objetivo primario de este trabajo simple es poner de relieve la importancia del complejo enzima-sustrato y de su constancia en el mecanismo de la cinética enzimática, en este caso la michaeliana. Con ese fin, se pone a prueba, con herramientas matemáticas, la constancia en la concentración del complejo enzima-sustrato y consecuentemente del valor de Km del modelo mecanístico-matemático de Michaelis y Menten durante la catálisis enzimática, tratando de encontrar, si los hubiere, límites de rango o de situaciones para la misma.

El segundo objetivo de esta presentación es ejemplificar la posibilidad de incluir la profundización de temas básicos de la química, en este caso de química biológica y biotecnología como lo es la cinética enzimática, a través de la aplicación de herramientas matemáticas conocidas simples, en el entendimiento que esto permite un mayor acercamiento a los fundamentos conceptuales a la vez de reforzar la competencia específica en su formación.

3. METODOLOGÍA

A partir de la representación conjunta de la velocidad de la reacción enzimática en términos de cociente entre los diferenciales de concentración de sustrato y de tiempo por un lado y de la ecuación de Michaelis y Menten por el otro (ver más arriba, ecuaciones 1 a 5) se trabajó con herramientas matemáticas simples para obtener nuevas expresiones que pudieran representar la variación en la concentración del complejo ES durante la catálisis.

Por otro lado, el desarrollo matemático que se presenta en este trabajo fue incluido, junto con otros similares (Matković y col, 2001), en dos cohortes (n= 57) de un curso de “Uso de Herramientas Matemáticas en Química Biológica” para profesionales y alumnos avanzados de las carreras de química, bioquímica, farmacia y biotecnología. A la finalización del curso se consultó a los participantes acerca de su opinión sobre algunos pocos aspectos de lo presentado en el curso. Los resultados se agruparon y tabularon.

4. RESULTADOS

4.1. Variación de la velocidad de reacción y concentración del complejo ES

Por combinación de las expresiones dadas en las ecuaciones 1 y 2 para **Vo** se puede escribir

$Vo = k_2 [ES] = k_2 [E]_{total} [S] / Km + [S]$ de donde $[ES] / [E]_{total} = [S] / Km + [S]$

Esta última expresión se representa en la FIGURA 2 y permite resaltar que la [ES] es una fracción del total $[E]_{total}$ y entonces la velocidad Vo es la misma fracción de la Vmax. Al disminuir Vo por el consumo del sustrato disminuirá también la concentración del complejo ES.

Si se toma una cualquiera dada concentración del complejo ES en una catálisis enzimática, la misma debiera ir disminuyendo con el tiempo dado que así lo hace la concentración del sustrato; se convierte en

ISBN 978-987-47159-9-9

producto como muestra la FIGURA 1. Esto indicaría que la [ES] no se mantiene constante, aunque este razonamiento que parece lógico necesita ser demostrado (ver más adelante, 4.2).

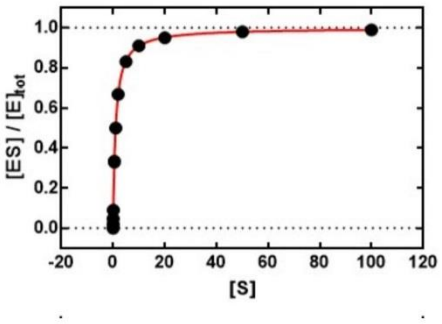


FIGURA 2. *Representación de la ecuación [ES] / $[E]_{total}$ = [S] / Km + [S]. La ordenada toma valores entre 0 y 1, dependiendo del valor de la [ES], indicando la fracción de enzima total unida al sustrato, la que resulta igual a la fracción de Vo sobre Vmax*

4.2. Variación de la [ES] con la concentración de sustrato a partir de la ecuación de velocidad

Para determinar la variación de la [ES] con la concentración de sustrato se determina la derivada d[ES]/d[S]. Para ello, se utiliza la ecuación (5): $[ES] = [E]_{total} . [S] / (Km + [S])$

La derivada, tomando Km como constante, y reemplazando, da como resultado la ecuación (6):

$$d[ES]/d[S] = [E]_{total}\ Km / (Km+[S])^2$$

$$\mathbf{d[ES]/d[S] = V_{max} . Km / k_2 (Km + [S])^2} \qquad \mathbf{(6)}$$

Este resultado indica claramente que la [ES] depende de la [S] y que la variación de aquella disminuye al aumentar la [S], trabajando a un tiempo de catálisis constante.

Generalmente, en los análisis de cinética enzimática, (Murray, 2002; Matković y col, 2001; Mukhametgalieva y col, 2022) el valor mínimo que se toma para la [S] es "0,01 Km" mientras que el máximo es de "100 Km", ya que en esas condiciones la suma "Km+[S]" se puede aproximar a Km y a [S], respectivamente. Si se aplican estas [S] extremas en (6) los valores obtenidos se muestran en la TABLA I.

TABLA I. *Valores de la variación en la concentración del complejo enzima-sustrato, [ES], con respecto a la variación de la concentración de sustrato (6) y del tiempo de reacción (ecuación 8), a concentraciones de sustrato, [S], mínima y máxima*

[S]	*d[ES]/d[S]*	*d[ES]/dt*
Mínima: 0,01 Km	V_{max} / k_2 Km	$-k_2 [E]^2_{total}\ 10^{-2} / Km$
Máxima: 100 Km	$V_{max} / k_2\ 10^4$ Km	$-k_2 [E]^2_{total}\ 10^{-4} / Km$

*D*e los valores de la TABLA 1 se observa que la concentración del complejo enzima-sustrato según la ecuación (6) puede descender hasta 10000 veces entre los valores máximos y mínimos considerados de la concentración de sustrato.

Por otro lado, se explicita que la variación en la concentración del complejo enzima-sustrato, [ES], es mucho menor a altas concentraciones de sustrato, en condiciones de saturación o cercanas a ella. Esto resultaría del hecho que con exceso de sustrato es posible reponer el complejo ES una vez que la enzima queda libre por haber liberado el producto (FIGURA 1). El valor "$-k_2 [E]^2_{total}\ 10^{-4}$ / Km" puede entonces tomarse como el mínimo posible.

4.3. Variación de la [ES] con el tiempo de reacción

La variación de la [ES] con el tiempo de reacción es expresada por la derivada d[ES]/dt. Para lograr la determinación de la misma se aplica la derivada de función de función:

$$d[ES]/dt = d[ES]/d[S] . d[S] / dt$$

donde: d[ES] / d[S] fue determinada en el ítem anterior 4.2 (ecuación 6) y d[S] / dt es – Vo, la cual se puede expresar combinando las ecuaciones (1) y (3), o con la ecuación (2).

ISBN 978-987-47159-9-9

Realizando el reemplazo con las ecuaciones (1) y (3), o sea, - Vo = - k_2 $[E]_{total}$. [S] / (Km + [S], el cálculo de la derivada queda como muestra la ecuación (7):

$$\mathbf{d[ES] / dt = - k_2 . [E]^2_{total} . Km . [S] / (Km+[S])^3} \quad \mathbf{(7)}$$

Con el reemplazo de - Vo por la ecuación (2) la misma derivada da la ecuación (8), la que también se puede obtener a partir de la ecuación (7) de la cual es dependiente:

$$\mathbf{d[ES] / dt = - Vmax . Km . [ES] / (Km+[S])^2} \quad \mathbf{(8)}$$

En ambos casos, la velocidad de variación de la concentración del complejo enzima-sustrato da negativa lo que indica que la misma va disminuyendo a medida que progresa la reacción enzimática, lo que resulta del hecho que con el tiempo la concentración de sustrato va disminuyendo por lo que existe menos reactivo para formar el complejo ES (FIGURA 1).

Al calcular la velocidad de variación de la concentración del complejo enzima-sustrato (ecuación 7) entre el valor mínimo y máximo de concentración de sustrato utilizados en el ítem anterior 4.2, se obtiene que aquélla puede variar en el tiempo disminuyendo hasta 100 veces cuando la concentración de sustrato varía de 0,01 Km a 100 Km (TABLA I).

Con la ecuación integrada de Michaelis y Menten (Hommes, 1962), t = (Km / Vmax) . ln (So / Sf) + (So - Sf) / Vmax, se puede calcular el tiempo de reacción necesario para que la concentración de sustrato sufra esa variación (de 100 Km a 0,01 Km). Con dicho cálculo se obtiene un t= 109,2 Km/Vmax. Este valor es relativamente muy alto en valores ordinarios de Km y Vmax por lo que la disminución de 100 veces sería inalcanzable en una misma reacción. De todos modos, la variación obtenida refuerza el hecho que la concentración del complejo ES no se mantiene constante.

Por otro lado, como la velocidad de variación de la concentración del complejo ES depende de la concentración de sustrato (ecuaciones 7 y 8), se puede determinar la [S] con la que aquella velocidad es máxima. Dicho cálculo rinde que la velocidad d[ES]/dt tiene un máximo a una [S]= Km/2. Esa [S], a su vez, según la ecuación de Michaelis y Menten (1) corresponde a una velocidad Vo = Vmax/3. Por lo tanto, una concentración de sustrato [S]= Km/2 da las condiciones de más rápida pérdida del estado estacionario del complejo enzima-sustrato con el tiempo de reacción ya que su velocidad de variación es máxima.

4.4. La respuesta de los alumnos

La presentación del modelo de Michaelis y Menten en un curso para profesionales y alumnos avanzados (n= 57) generó los siguientes comentarios (TABLA II).

TABLA II: *Opiniones de participantes de un curso extracurricular en el que se abordó el modelo de Michaelis y Menten, incluyendo el desarrollo matemático expresado en este trabajo.*

Consulta de Opinión	***Número de Respuestas***		
	NO	**REGULAR**	**SI**
¿Tenía conocimientos del tema antes del curso?	2	19	36
¿Cree que se ha profundizado el tema?	1	12	44
¿Le ha resultado accesible el abordaje del tema?	1	12	44
¿Considera que este abordaje del tema es significativo?	10	17	30
¿Su formación incluyó abordajes de este tipo?	39	13	5
¿Incluiría este tipo de abordajes en su formación?	12	17	28

La muestra abordada, si bien pequeña y por lo tanto con resultados provisorios, parece mostrar preliminarmente una buena aceptación de lo desarrollado y un buen reconocimiento a su valor académico o de formación.

ISBN 978-987-47159-9-9

5. CONCLUSIONES

La condición de estado estacionario del complejo ES en el Modelo de Michaelis y Menten nunca ha sido verificada completamente (Garrone y col., 2024; Murray, 2002; Schnell; Srinivasan, 2022) aunque el modelo y principalmente la ecuación que representa la Vo del mismo (ecuación 1) ha sido utilizada exitosamente en una inmensa cantidad de trabajos.

En este trabajo se muestran varias formas de intentar demostrar el no cumplimiento del estado estacionario en la concentración del complejo ES a lo largo de la reacción enzimática. En efecto, en las secciones 4.1, 4.2 y 4.3 se ve la dependencia de la misma con el progreso de la reacción, con la concentración de sustrato, sea inicial o no, y con el tiempo, respectivamente.

Habitualmente se propone que la ecuación de Michaelis y Menten es sólo válida para las velocidades iniciales (Deichman y col; Johnson y Goody, 2011; Schnell), y de hecho así se usa habitualmente bajo los fundamentos de evitar la inhibición por producto (Johnson y Goody, 2011; Murray, 2002). Los resultados mostrados abren el camino para restringir el uso del modelo y sobre todo de la ecuación de Michaelis y Menten a las condiciones iniciales porque, aparte de otras cuestiones, en ese instante, sea por el complejo ES (Deichman y col; Johnson y Goody, 2011) o por el sustrato (Schnell), se cumpliría el estado estacionario. El principal fundamento de esto último es la mínima variación que esas concentraciones sufren en el diferencial de tiempo involucrado en el estado inicial.

La otra cuestión es la referida al valor de Km. Su definición, como constante de disociación del estado estacionario del complejo ES, también tendría solamente ese sentido en las condiciones iniciales. Así, de utilizar Km calculada bajo condiciones no iniciales se tendría otro sentido aún no dilucidado. Esto lleva a pensar en revisar la validez de la ecuación integrada de Michaelis y Menten, dado que la misma se obtiene manteniendo Km constante en todo el tiempo de reacción.

Todo esto aquí presentado lleva a una cuestión que podría ser trasladada a la docencia: dar y explicar los modelos y ecuaciones que se usan en forma muy generalizada, pero advirtiendo también de los posibles límites, rangos o situaciones de validez que pudieran tener.

Por otro lado, el manejo y uso de herramientas matemáticas básicas puede ser muy útil en la formación de los estudiantes en química (Gutman y Castro, 2003; Galdeano-Bienzobas y Valiente-Barderas, 2010). De hecho, en la pequeña muestra utilizada (ver sección 4.4) se muestra una aceptación significativa por parte de los alumnos del curso extracurricular.

Finalmente, en este trabajo intentamos mostrar evidencia de: i) el no cumplimiento estricto de las condiciones de estado estacionario, ii) los posibles impactos que podría haber sobre la constancia en el valor de Km, iii) la posibilidad de profundizar la inclusión del uso de herramientas matemáticos en procesos químicos básicos, y iv) las opiniones sobre iii) de los integrantes de una pequeña cohorte de un curso de extensión universitaria sobre el tema.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Departamento de Ingeniería Química de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional el apoyo continuo para la realización de trabajos de desarrollo, investigación y extensión en el marco de la especialidad, y en especial a su Secretaría de Investigación por la ayuda y colaboración en el pedido de los subsidios correspondientes. Además, se agradece la siempre buena ´predisposición del Dr. Juan C. Calvo para responder y colaborar frente a consultas y solicitudes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Deichmann, U., Schuster, S., Mazat, J. P., Cornish-Bowden, A. (2014). Commemorating the 1913 Michaelis–Menten paper *Die Kinetik der Invertinwirkung*: three perspectives. *The FEBS journal*, *281*(2), 435-463. https://doi.org/10.1111/febs.12598

Galdeano-Bienzobas, C. y Valiente-Barderas, A. (2010) Competencias en Ingeniería Química. *Educación Química 21* (3) 260-264. DOI: 10.1016/S0187-893X(18)30092-2

Garrone, NA, Cozza, EN, Coralizzi, AI, Romero, SV (2024) Mathematical approach of the steady-state of the enzyme-substrate complex in Michaelis-Menten model. (PAPER ID: 4099085, no disponible aún en internet)).

Gutman, I., & Castro, E. A. (2003). La relación entre la química y la matemática. *Ciencia e Investigación*, *55*(1),33-37. SEDICI-Repositorio de la Universidad Nacional de La Plata. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/121664/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1

Hommes, F. A. (1962). The integrated michaelis-menten equation. *Archives Of Biochemistry And Biophysics*, *96*(1), 28-31. https://doi.org/10.1016/0003-9861(62)90444-7

Johnson, K. A., Goody, R. S. (2011). The original Michaelis constant: translation of the 1913 Michaelis–Menten paper. *Biochemistry*, *50*(39), 8264-8269. https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bi201284u

Leow, J. W. H., Chan, E. C. Y. (2019). Atypical Michaelis-Menten kinetics in cytochrome P450 enzymes: A focus on substrate inhibition. *Biochemical pharmacology*, *169*, 113615. https://doi.org/10.1016/j.bcp.2019.08.017

Matković L., Gómez-Sánchez C.E., Cozza E.N. (2001) Inhibition of aldosterone production in rat adrenal mitochondria by 18-ethynyl-11-deoxycorticosterone: a simple model for kinetic interpretation of mechanism-based inhibitors. *The journal of biochemistry*, *129*(3), 383-390. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jbchem.a002868

Mukhametgalieva, A. R., Lushchekina, S. V., Aglyamova, A. R., & Masson, P. (2022). Steady-state kinetic analysis of human cholinesterases over wide concentration ranges of competing substrates. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*, *1870*(1), 140733. https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2021.140733

Murray, JD (2002) Mathematical Biology. Chapter 6: Reaction Kinetics. Springer. http://pcleon.if.ufrgs.br/pub/listas-sistdin/MurrayI.pdf

Schnell, S. (2014). Validity of the Michaelis–Menten equation–steady-state or reactant stationary assumption: that is the question. *The FEBS journal*, *281*(2), 464-472. https://doi.org/10.1111/febs.12564

Srinivasan, B. (2022). A guide to the Michaelis–Menten equation: steady state and beyond. *The FEBS journal*, *289*(20), 6086-6098. https://doi.org/10.1111/febs.16124

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1_2yHn4HPJuUaLhXwcKcPEZDSuX200wSf/view

ISBN 978-987-47159-9-9

QUÍMICA: ESPECTÁCULO DE LUCES Y COLORES

María Carolina Talio

Instituto de Química de San Luis (INQUISAL-CONICET), Área de Química General e Inorgánica, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, 5700 San Luis, Argentina.
mctalio@unsl.edu.ar

Agostina Chango Fernández

Área de Química General e Inorgánica, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, 5700 San Luis, Argentina.
agostinachango20@gmail.com

Mariano Acosta

Instituto de Química de San Luis (INQUISAL-CONICET), Área de Química General e Inorgánica, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, 5700 San Luis, Argentina
macosta@unsl.edu.ar

Resumen

La luz y la química presentan interacciones muy atractivas para los estudiantes de diferentes niveles educativos que les permiten valorar la relevancia de la luz en la vida cotidiana. Tal es su importancia que la UNESCO declaró el 16 de mayo como Día Internacional de la Luz, desarrollándose diversas actividades alrededor del mundo para su conmemoración. El equipo de trabajo del Taller de extensión "Química: Espectáculo de luces y colores" ha desarrollado desde hace 10 años distintas actividades destinadas a estudiantes de los tres niveles educativos que permiten mostrar como la luz y la química se entrelazan entre sí y nos involucra en diferentes procesos esenciales para la vida.

Palabras clave: *Química; luz visible; rueda de Newton; elementos químicos; divulgación de la ciencia.*

1. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, s.f.) declaró por la importancia que tiene para la vida cotidiana el 16 de mayo como Día Internacional de la Luz, en conmemoración de la primera emisión de luz láser el 16 de mayo de 1960, obtenida por Theodore Maiman con un láser de rubí (Sociedad Española de Óptica, s.f.). Citando a la Directora General de la UNESCO en su mensaje del 16 de mayo de 2021:

> Al ser a la vez una medida del tiempo, una partícula fundamental y una onda electromagnética, la luz nos habla del universo. A medida que los científicos aprenden a descifrarla y a comprender lo que puede enseñarnos, se abren sectores enteros de nuestra comprensión del mundo y se rebasan los límites de lo inteligible. (UNESCO, 2021, p.1)

La luz, en particular el espectro visible de la luz (desde 380-750 nm), comprende todos los colores que nuestra vista puede detectar (FIGURA 1). Dado que la luz es una fuente de energía, la misma puede producir diferentes cambios en los cuerpos. En aquellas estructuras químicas que presentan color, nos permite observar el mismo, apreciando dichas características organolépticas. En la química es de trascendental importancia dado que nos permite obtener espectros mediante la espectroscopía UV-Visible, fluorimétrica, entre otras

ISBN 978-987-47159-9-9

(Fernández-Álvarez, 2006). Esto permite a la química analítica realizar la determinación de la concentración de diferentes analitos (Healthlighting.com, 2025).

En este trabajo se plantea como objetivo central acercar la química a estudiantes de diferentes niveles educativos con actividades sencillas, simulaciones, fotografías y videos de manera de intentar igualar las oportunidades que los alumnos tienen para acceder a estos conocimientos.

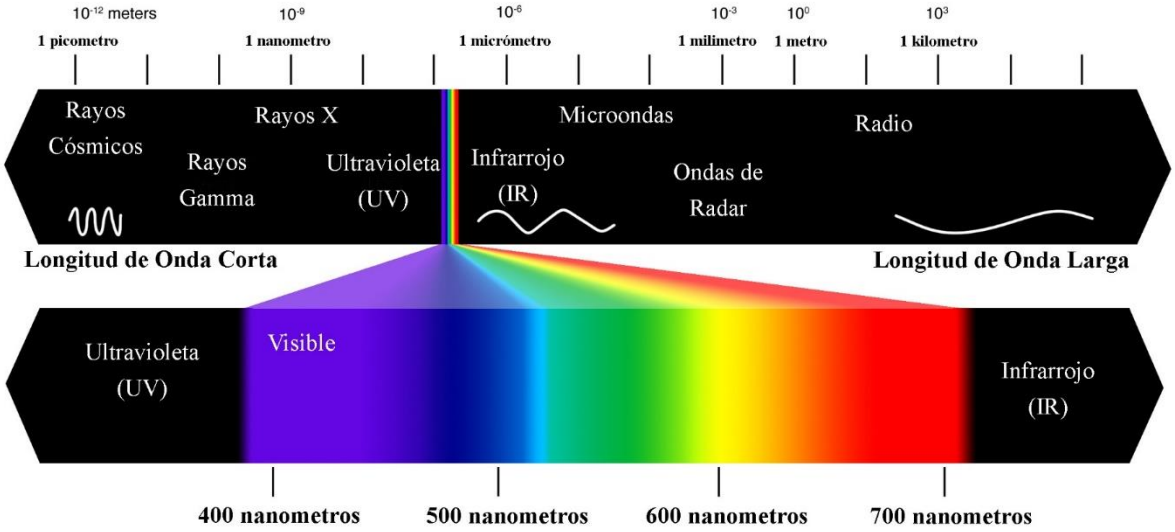


FIGURA 1. *Representación del espectro electromagnética (https://www.once.lighting/en/news/the-visible-light-spectrum)*

El Taller "Química: espectáculo de luces y colores" se ha desarrollado durante 10 años en los niveles inicial, primario y secundario, con diferentes adaptaciones para cada nivel educativo. Hemos trabajado con alrededor de 630 estudiantes de 11 instituciones educativas públicas y privadas, entregando material didáctico a los estudiantes para que las docentes puedan trabajar el tema en clases posteriores. Además, hemos participado en varias ediciones de la Semana Nacional de la Ciencia y Tecnología que organiza CONICET (organizada en particular por el INQUISAL, aquí en San Luis) como así también en la Jornada de Puertas Abiertas que el INQUISAL durante el año pasado. Los integrantes del Taller somos alumnos de diferentes carreras universitarias, docentes e investigadores de CONICET que le brindan al mismo un enfoque multidisciplinario.

Durante el desarrollo de los talleres se muestran mediante la aplicación de diferentes herramientas didácticas, como se encuentra formado el espectro visible de la luz, como algunos científicos han demostrado la composición de dicho espectro, como la luz interacciona con diferentes estructuras químicas para producir diversas gamas de colores y como ciertos elementos presentan espectros característicos o colores característicos (Fontal, 2005; Feynman, 1985).

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se comienza la actividad contextualizando la importancia de la luz para la vida, indicando que hay fuentes naturales de luz, como el sol y las estrellas e inclusive organismos vivos que producen su propia luz, y se la diferencia de las fuentes artificiales de luz como pueden ser los tubos fluorescentes, las lámparas de sodio, de vapor de mercurio, la luz de las pantallas de los celulares o las computadoras, entre otras. Luego se da inicio a una serie de actividades que nos evidenciar la importancia de la luz en la química:

1- Espectro visible de la luz: Con la ayuda de espectrómetros caseros que permiten observar la descomposición de la luz natural y artificial en sus colores constituyentes, mostramos a los estudiantes el espectro continuo de una fuente natural de luz visible (el sol) y les permitimos que lo comparen con un espectro discontinuo de una fuente artificial (luz fluorescente). De esta forma toman conciencia que no todas las fuentes

ISBN 978-987-47159-9-9

de luz tienen los mismos espectros. Además, les mostramos en una presentación distintos tipos de espectros que se pueden obtener con luces artificiales que tienen distinta composición elemental. Esto nos permite correlacionar el uso de diferentes técnicas analíticas para la cuantificación de diferentes analitos.

2- Rueda de Newton: Mediante una aplicación que representa la Rueda de Newton y realiza una simulación de los giros de dicha rueda a gran velocidad, les mostramos a los estudiantes cómo éste científico se ingenió para demostrar que la luz blanca se encuentra compuesta de todos los colores (Silva Vázquez, s.f.) (FIGURA 2).

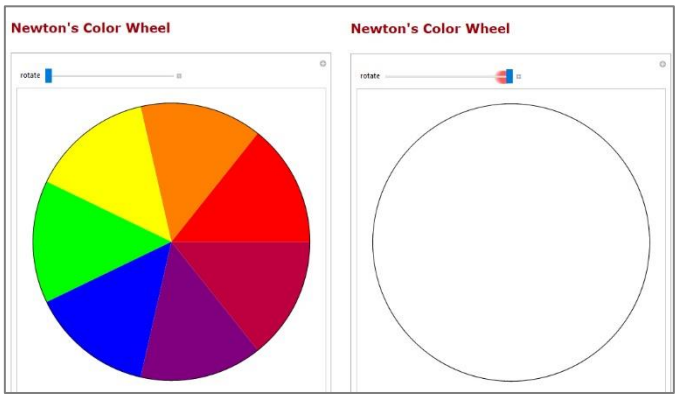


FIGURA 2: *Capturas de pantalla de la Simulación de la Rueda de Newton.*

3- *Colores de un Indicador de pH universal*: Se presentan en tubos de ensayo diversas soluciones buffer con diferentes niveles de acidez y alcalinidad. Posteriormente se agregan unas gotas de un indicador ácido-base universal a cada uno de los tubos que contiene varios indicadores en su composición con diferente estructura química cada uno de ellos y que por ende generan distintos colores a cada valor de pH. La mezcla de los distintos indicadores genera un color resultante de la mezcla de los colores que cada indicador tiene a un determinado pH y, por lo tanto, se observan diferentes colores en cada uno de los tubos conteniendo las soluciones buffer (FIGURA 3).



FIGURA 3: *Foto de la gama de colores que muestran diferentes soluciones buffer a distinto pH.*

La actividad permite reflexionar sobre los colores y la estructura química que los indicadores toman a cada valor de pH. Posteriormente se utiliza un alimento ácido (vinagre) y otro aditivo alcalino (bicarbonato de sodio) para que los alumnos puedan relacionar los colores de las soluciones estándar (buffer fosfato de pH 7) con los obtenidos con vinagre (rojo) y bicarbonato (violeta).

4- Colores de elementos químicos a la llama: Finalmente, exponemos un video que permite observan los colores que ciertos elementos tienen cuando se calientan a la llama. Esto nos permite relacionar las imágenes con ciertas técnicas analíticas (espectroscopías atómicas) que calientan los analitos (espectrómetro de llama, y

ISBN 978-987-47159-9-9

GFAAS) para poder cuantificarlos en base a los espectros característicos que tienen. Además, durante esta actividad se relaciona los colores que ciertos elementos tienen cuando se calientan con actividades recreativas como pueden ser los fuegos artificiales (FIGURA 4).

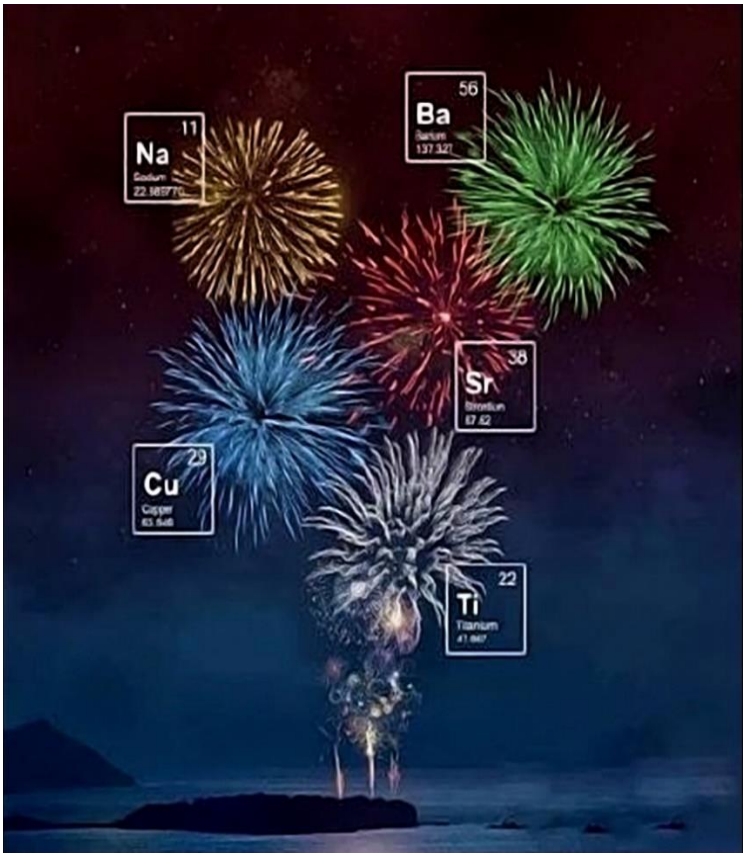


FIGURA 4: *Imagen ilustrativa de fuegos artificiales compuestos por distintos elementos químicos que presentan al calentarse diferentes colores. (https://www.unesco.org/en/days/light).*

Para finalizar las actividades, se hace entrega de material didáctico para que los docentes puedan concluir y evaluar la temática desarrollada.

3. CONCLUSIONES

La ejecución de talleres de extensión que permiten divulgar las ciencias básicas, como lo es la química, permite a los estudiantes ampliar sus conocimientos y afianzar los ya adquiridos. Las actividades han podido ser satisfactoriamente ejecutadas en diferentes instituciones educativas, mostrando docentes y directivos gran interés en la continuidad de las mismas. Se espera continuar con esta modalidad de intervenciones y adicionalmente sumar nuevas experiencias de laboratorio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de San Luis por el apoyo financiero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fernández-Álvarez, J. M. (2006). *Manual de la asignatura "Técnicas Espectroscópicas" del tercer curso de la Licenciatura en Química (Plan 1995) de la Universidad de Navarra.* https://hdl.handle.net/10171/27823

ISBN 978-987-47159-9-9

Feynman, R. (1985). *QED- The strange theory of Light and Matter",* Princeton Science Library, New Jersey.

Fontal, B. (2005) El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones. *Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química*; Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela. https://www.researchgate.net/profile/Bernardo-Fontal/publication/228871821_El_Espectr_o_Electromagnetico_y_sus_Aplicaciones/links/59946c10aca272ec9087f8bb/El-Espectro-Electromagnetico-y-sus-Aplicaciones.pdf

Healthlighting.com (2025) A Lumiram Lighting Division. [Blog] https://healthlighting.com/blogs_/lighting-guide/guide-to-the-spectrum-of-light?srsltid=AfmBOopPZk50tGuKjaOKRnvWteQxlLKNGF_o0wPYit2prXYtU59OBxV

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (s.f.). Días internacionales. Día internacional de la luz, 16 de mayo. https://www.unesco.org/es/days/ light

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). *(2021, 16 de mayo). Mensaje de la Sra. Audrey Azoulay, Directora General de la UNESCO, con motivo del Día Internacional de la Luz.* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377406_spa. locale=es

Silva Vázquez, F (s.f.) *Demo 102. Disco de Newton*. https://www.uv.es/fisicademos/demos/demo 102.pdf

Sociedad Española de Óptica (s.f.) *¿El Día Internacional de la Luz?* https://diadelaluz.es/sobre-el-dil

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1X43JfJOI33UuIbjCBcVzLN8EuBPgQvxX/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EXTENSIÓN E INVESTIGACIÓN: DOS ESTRATEGIAS FRENTE A LA ADICCIÓN AL TABACO EN SAN LUIS, ARGENTINA

M. Carolina Talio

Instituto de Química de San Luis (INQUISAL-CONICET), Área de Química General e Inorgánica, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, 5700 San Luis, Argentina.
mctalio@unsl.edu.ar

Mariano Acosta

Instituto de Química de San Luis (INQUISAL-CONICET), Área de Química Analítica, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, 5700 San Luis, Argentina.
macosta@unsl.edu.ar

Liliana P Fernández

Instituto de Química de San Luis (INQUISAL-CONICET), Área de Química Analítica, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, 5700 San Luis, Argentina.
lfernand@unsl.edu.ar

Resumen

Este trabajo muestra algunos de los resultados obtenidos durante los últimos quince años en el Proyecto de Extensión "Tabaquismo: S.O.S. jóvenes" (Universidad Nacional de San Luis) y en el Laboratorio de Investigación de Fluorescencia Molecular destinados al monitoreo de metales tóxicos en productos de tabaco. Durante este período se han visitado cientos de Establecimientos Educativos con la finalidad de realizar actividades de prevención, y se han encuestado a miles de estudiantes para conocer la situación del tabaquismo en San Luis (Argentina); asimismo se han publicado decenas de artículos y se ha defendido una Tesis Doctoral en el tema. Pero la epidemia del tabaquismo no ha llegado a su fin. Los nuevos desafíos analíticos han venido de la mano de nuevas formas de consumo de tabaco. A su vez, la industria tabacalera se enfoca cada vez en potenciales clientes de menor edad, a fin de reemplazar a los que fallecen a causa de las enfermedades que la adicción causa. Por lo tanto, son necesarios mayores esfuerzos a fines de advertir a los jóvenes respecto de las estrategias de las tabacaleras y resaltar los riesgos potenciales para la salud de cada producto del tabaco.

Palabras claves: *tabaquismo; actividades de concientización; metales tóxicos; muestras biológicas; métodos luminiscentes.*

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de tabaco es la principal causa evitable de enfermedad y muerte en el mundo. Las estadísticas actuales de la OMS indican que cada año mueren 8 millones de personas por esta causa, siendo el 10 % de estos decesos debidos a tabaquismo pasivo. De no haber un cambio rotundo en los hábitos de la población mundial, se estima que en el transcurso del presente siglo morirán mil millones de personas (GBD, Risk Factor Collaborators, 2017). En Argentina, el tabaquismo es responsable de más de 40.000 muertes cada año, y la sociedad gasta 19 millones de pesos por día para atender las enfermedades que produce el consumo de cigarrillos.

Por otro lado, el tabaquismo pasivo (la exposición al humo ambiental de tabaco) es también muy alta, si bien en muchas provincias o municipios ya existe legislación que protege a los no fumadores en los espacios públicos cerrados. Datos nacionales de GYTS muestran que el 47,5 % y el 52,5% del total de los encuestados están expuestos al humo ajeno en sus hogares y espacios públicos cerrados, respectivamente.

ISBN 978-987-47159-9-9

Entre los productos de tabaco de nuevo diseño (PTND), los cigarrillos electrónicos han alcanzado una prevalencia del 1,1% en la población adulta general y del 3,5% de los fumadores adultos actuales. Aunque el consumo de cigarrillos electrónicos es relativamente bajo en adultos, es preocupante el consumo en adolescentes de 13 a 15 años, que alcanza el 7,1% según la Encuesta Mundial sobre Tabaquismo en Jóvenes 2018 (Morello et al., 2020). Este hecho resulta alarmante porque se trata de un producto ilegal en Argentina, prohibido en 2011 por ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica, Disposición número 3226).

El grupo de estudio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre la Regulación de los Productos de Tabaco ha subrayado que "los conocimientos científicos actuales no son suficientes para evaluar las diferencias en el riesgo potencial para la salud entre los PTND y los productos conocidos en cuanto a composición, exposición, toxicidad o daño que causan tanto en los seres vivos como en el medioambiente" (17ª. Conferencia Mundial de Tabaco o Salud, 2018).

Con el objetivo de brindar a jóvenes en edad escolar la oportunidad de conocer los efectos del tabaco en la salud, desde hace quince años, en el marco del Proyecto de Extensión Tabaquismo: S.O.S. Jóvenes, se vienen realizando diversas actividades de sensibilización basadas en dictado de talleres, prácticos y ejercicios de preguntas/respuestas, de modo prioritario en instituciones educativas de San Luis. Durante estas actividades, los resultados obtenidos en nuestro propio laboratorio se han utilizado como evidencia de la presencia de compuestos tóxicos presentes en los productos de tabaco. Para enfatizar una vez más la importancia y gravedad de la adicción al tabaco en la región, en este trabajo se expondrán y discutirán algunos de los resultados de laboratorio y estudios estadísticos obtenidos durante los talleres de concientización.

2. RESULTADOS

El problema de la adicción al tabaco presenta numerosos enfoques por el cual puede ser abordado. Dentro de ellos, se han elegido sólo dos para brindar aportes:

a- La cuantificación de metales tóxicos presentes en productos de tabaco y en fluidos biológicos de sujetos con diferentes grados de exposición;

b- La realización de talleres de prevención del tabaquismo empleando los resultados obtenidos en el laboratorio.

2.1 Metales tóxicos en productos de tabaco.

Es necesario contar con metodologías sencillas, económicas y sensibles que, sin descuidar la calidad analítica, ofrezcan información de rigor científico sobre la presencia de tóxicos en muestras de interés como son los productos del tabaco. En este sentido, los métodos luminiscentes representan un conjunto de métodos analíticos caracterizados por una alta sensibilidad inherente y una selectividad moderada; además de esto, los instrumentos son de costo medio a bajo, facilitando su uso rutinario en laboratorios de control.

Respecto a las muestras estudiadas, es bien sabido que el humo del cigarrillo es una muestra muy compleja, que contiene más de 4.700 compuestos químicos que incluyen 60 carcinógenos conocidos (Rubio Armendáriz y col., 2015). Con el fin de ofrecer métodos analíticos alternativos, se cuantificaron diferentes metales tóxicos en productos de tabaco convencionales y productos de tabaco de nuevo diseño. La TABLA I resume los analitos y los detalles experimentales de cada muestra estudiada.

TABLA I. *Tóxicos metálicos en productos del tabaco.*

Metal	***Muestras estudiadas***	***Detalles de la metodología desarrollada***	***Concentraciones halladas***	***Referencias***
Cd(II)	Filtros de cigarrillos sin fumar, fumados por fumadores y fumados por un fumador automático.	Fluorescencia Molecular con Azo-reactivo SPADNS y el colorante Rodamina B	< 60 µg g^{-1}	(Talio, Luconi, Masi, Fernández, 2012)

ISBN 978-987-47159-9-9

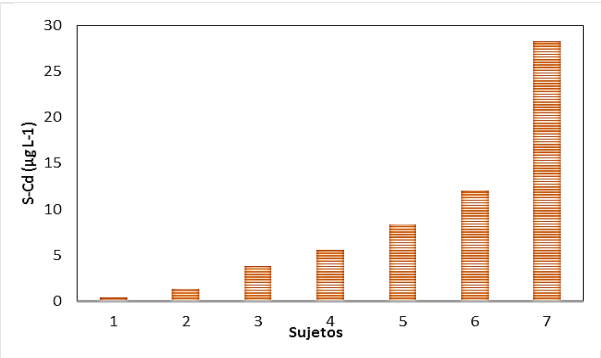
Continuación TABLA I. Tóxicos metálicos en productos del tabaco.

Metal	***Muestras estudiadas***	***Detalles de la metodología desarrollada***	***Concentraciones halladas***	***Referencias***
Cd(II)	Lixiviado de tabaco de cigarrillos (10 tipos de tabaco)	Fluorescencia en fase sólida con o-cresolftaleína como fluoróforo	1,25 - 3,45 µg g^{-1}	Talio, Alesso, Acosta, Olsina, Fernández, 2013
Ni(II)	Humo de cigarrillos (20 tipos e cigarrillos)	Fluorescencia en fase sólida sobre membranas de nylon tratadas con la colorante eosina	11,78 - 24, 77 µg/cigarrillo	(Talio, Luconi, Fernández, 2011)
Ni(II) y Cd(II)	Cigarrillos y productos alternativos de tabaco	Fluorescencia molecular y fluorescencia en fase sólida	> 50 µg L^{-1} Ni(II) < 30 µg L^{-1} Cd(II)	(Talio, Alesso, Acosta, Wills, Fernández, 2017)
Pb(II)	Esencias de E-cig	Fluorescencia en fase sólida usando Rodamina B como fluoróforo	< 0,2 µg/e-cig	(Talio, Zambrano, Kaplan, Acosta, Gil, Luconi, Fernández, 2015)
Pb(II)	Productos de tabaco	Sistema ternario formado por Pb(II) con 8-hidroxiquinoleina y o-fenantrolina por Quenching fluorescente	< 3,8 µg L^{-1}	Talio, Pereyra, Acosta, Fernández, 2019).
Sb(II)	Cigarrillos y productos alternativos de tabaco	Fluorescencia en fase sólida usando Alizarina S como fluoróforo y papel de filtro como soporte.	< 3,5 µL^{-1}	(Talio, Acosta, Fernández, 2019)

2.2- Metales tóxicos en muestras biológicas de sujetos fumadores, fumadores pasivos y no fumadores

Los resultados que aquí se mostrarán (FIGURAS 1-3), han sido producidos en la Tesis Doctoral de María Carolina Talio titulada "Desarrollo de metodologías luminiscentes para la cuantificación de cadmio y níquel en saliva y orina de fumadores, fumadores pasivos y no fumadores" (Universidad Nacional de San Luis, 2011).

El muestreo no invasivo representa un método en el que los propios sujetos pueden obtener fluidos biológicos representativos. Además, este muestreo es especialmente ventajoso para niños y adultos mayores. Así, para los siguientes trabajos se eligieron saliva y orina como muestras para el seguimiento del cadmio y el níquel, dos metales cancerígenos para el ser humano, como indicadores de exposición al humo de los cigarrillos.



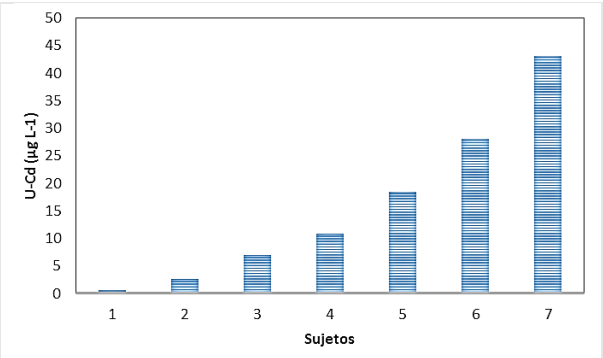


FIGURA 1 (izquierda) y **FIGURA 2** (derecha). *Concentraciones de cadmio halladas en saliva y orina de sujetos con diferente grado de exposición al tabaco. Las referencias para cada sujeto son:*

ISBN 978-987-47159-9-9

Sujeto 1: Número de cigarrillos fumados por día: 0; Tiempo de exposición (años): 0.
Sujeto 2: Número de cigarrillos fumados por día: Fumador pasivo; Tiempo de exposición (años): 20.
Sujeto: 3: Número de cigarrillos fumados por día: Fumador pasivo; Tiempo de exposición (años): 35.
Sujeto: 4. Número de cigarrillos fumados por día: 5; Tiempo de exposición (años): 8.
Sujeto: 5: Número de cigarrillos fumados por día: 20; Tiempo de exposición (años): 25.
Sujeto: 6: Número de cigarrillos fumados por día: 40; Tiempo de exposición (años): 40.
Sujeto 7: Número de cigarrillos fumados por día: Hábito masticar tabaco; Tiempo de exposición (años): 40.

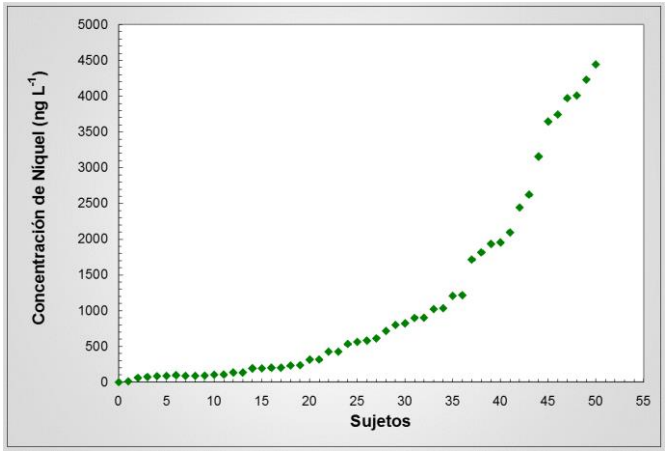


FIGURA 3. *Concentraciones de níquel halladas en orina de sujetos con diferente grado de adicción y/o exposición al tabaco. Las referencias para cada sujeto son:*
Sujetos 1-10: Número de cigarrillos fumados por día: 0.
Sujeto1 11-20: Número de cigarrillos fumados por día: Fumadores pasivos.
Sujeto: 21-30. Número de cigarrillos fumados por día: 5.
Sujetos 31-39: Número de cigarrillos fumados por día: 20.
Sujetos 40-48: Número de cigarrillos fumados por día: 40.
Sujetos 49 y 50: Número de cigarrillos fumados por día: hábito masticar tabaco.

La TABLA II resume los analitos y los detalles experimentales de cada muestra estudiada.

TABLA II. *Tóxicos metálicos en saliva y orina de fumadores, fumadores pasivos y no-fumadores.*

Metal	***Muestras estudiadas***	***Detalles de la metodología desarrollada***	***Referencias***
Cd(II)	Saliva y orina de fumadores, fumadores pasivos y no fumadores.	Fluorescencia Molecular Extracción Cloud Point. Formación de un complejo ternario con o-fenantrolina y eosina.	(Talio, Luconi, Masi, Fernández, 2010)
Ni(II)	Orina de 24 horas de no fumadores, fumadores pasivos y fumadores	Fluorescencia en fase sólida eosina como fluoróforo	(Talio, Luconi, Masi, Fernández, 2010)
Ni(II)	Orina de 24 horas de no fumadores, fumadores pasivos y fumadores	Fluorescencia molecular empleando como sensor SDS-AgNPs	(Talio, Luconi, Masi, Fernández, 2012)

2.3- Actividades de concientización

Los talleres están diagramados en diferentes etapas, a saber:

ISBN 978-987-47159-9-9

1-Encuestas de diagnóstico de situación: Esta actividad permitirá evaluar el estado de situación respecto del grado de adicción del grupo en cuestión como así también el nivel de información referida a la misma y su impacto ambiental. En función de ella se definirán las próximas actividades de intervención.

2- Charla-taller con presentación de diapositivas: Charla con presentación audio-visual. Con anterioridad se deben haber dispuesto pantalla y dispositivos multimedia para asegurar la continuidad de la actividad

3- Proyección de video. Esta parte de la intervención concluye con la mostración de un video breve enfatizando los daños que el fumar causa en la salud y el medioambiente.

Al finalizar la charla se insta a los alumnos a realizar preguntas.

3. RESULTADOS

Las FIGURAS 4A y 4B muestran resultados de las actividades de concientización obtenidos a partir de encuestas anónimas durante los talleres dictados en colegios de San Luis (período 2009-2024).

Como se puede observar, existen evidencias de adicción al tabaco en este grupo social, que se correlaciona con datos informados en las encuentras nacionales. Adicionalmente los estudiantes manifiestan la necesidad del cumplimiento de las leyes a favor de la implementación de los ambientes 100% libres de humo de tabaco. Respecto a los daños que esta adicción ocasiona en la salud existe un somero conocimiento por lo cual es necesario profundizar y enfatizar en ello. Consideramos que sólo con información fiable el día de mañana se podrá tomar la decisión correcta respecto al hábito de fumar.

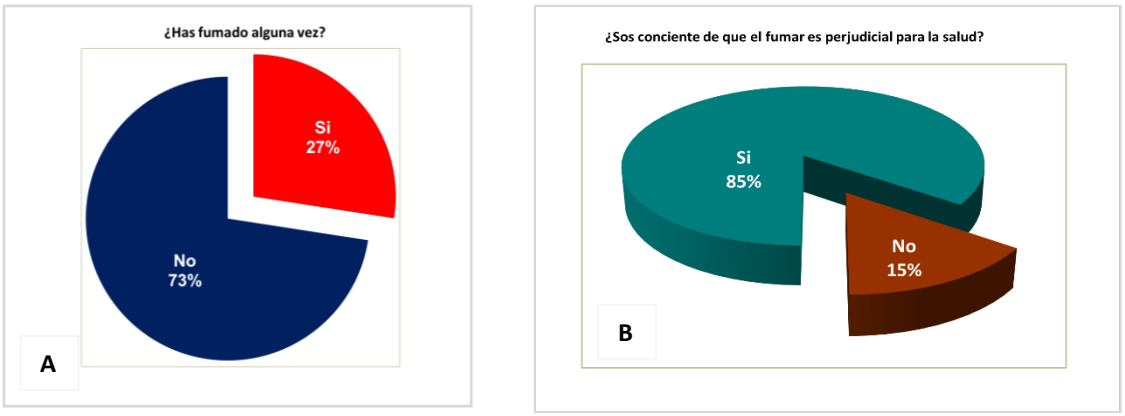


FIGURA 4 *Resultados de las encuestas realizadas a los jóvenes durante las actividades de concientización.*
A. *Respuestas a si ha fumado alguna vez.* **B.** *Respuestas a si es consciente de que fumar es perjudicial para la salud.*

4. CONCLUSIONES

Las estrategias mencionadas en este trabajo se complementan mutuamente y podrían ser efectivas en la prevención y concientización de los efectos nocivos que el consumo de tabaco, en sus diferentes formas, tiene sobre la salud humana.

Los resultados obtenidos durante estos quince años de trabajo demuestran, una vez más, que son necesarios esfuerzos conjuntos a fines de resaltar los riesgos potenciales para la salud de cada producto del tabaco y evitar que nuestros niños y jóvenes comiencen a fumar, de esta manera podremos lograr mitigar los objetivos devastadores de la industria tabacalera.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto de Química San Luis - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (INQUISAL CONICET, Proyecto 11220130100605CO) y a la Universidad Nacional de San Luis (Proyecto PROICO 02-1120), Argentina, por el apoyo financiero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Morello, P., Videla, A., Forno, B., Gospodinoff, N., Bertoncini, M., & Drake, I. (2020). Consumo de cigarrillos electrónicos en Argentina: Resultados de dos encuestas nacionales. *Revista Argentina de Salud Pública*, *12*, e16. Recuperado a partir de: https://rasp.msal.gov.ar/index.php/rasp/article/view/90

Representantes de América Latina y el Caribe. (marzo, 2018). *Declaración sobre nuevos productos del tabaco*. 17ª Conferencia Mundial sobre Tabaco o Salud, Ciudad del Cabo, Sudáfrica. https://www.ficargentina.org/wp-content/uploads/2018/03/1803_declaracion_productos_tabaco.pdf

Stanaway, J. D., Afshin, A., Gakidou, E., Lim, S. S., Abate, D., Abate, K. H., ... & Bleyer, A. (2018). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The lancet*, *392*(10159), 1923-1994. https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)32225-6/fulltext

Rubio Armendáriz, C., Garcia, T. Soler, A., Gutiérrez Fernández Á.J., Glez-Weller, D.S., Gonzalez, G.L., Hardisson de la Torre, A., Revert Girone, C. (2015) Heavy metals in cigarettes for sale in Spain. *Environmental research*, *143*, 162-169.

Talio, M. C., Alesso, M., Acosta, M., Wills, V. S., & Fernández, L. P. (2017). Sequential determination of nickel and cadmium in tobacco, molasses and refill solutions for e-cigarettes samples by molecular fluorescence. *Talanta*, *174*, 221-227.

Talio, M. C., Bonfiglioli, T., Luconi, M. O., & Fernandez, L. P. (2012). Direct cadmium monitoring in cigarette filters leachate by molecular fluorescence. *Journal of Environmental Protection, 3*, 187-193 http://dx.doi.org/10.4236/jep.2012.32023

Talio, M. C., Acosta, M., & Fernández, L. P. (2019). Comparative study of antimony exposition by cigarettes and alternatives of tobacco consumption. *Microchemical Journal*, *145*, 622-629.

Talio, M.C., Zambrano, K., Kaplan, M., Acosta, M., Gil, R. Luconi, M., Fernandez, L., (2015). New solid surface fluorescence methodology for lead traces determination using Rhodamine B as fluorophore and coacervation scheme: application to lead quantification in e-cigarette refill liquids, *Talanta, 143*, 315-319.

Talio, M. C., Alesso, M., Acosta, M., Olsina, R., & Fernández, L. (2013). Determination of cadmium in tobacco by solid surface fluorescence using nylon membranes coated with carbon nanotubes. *Talanta*, *107*, 61-66.

Talio, M. C., Luconi, M. O., & Fernández, L. P. (2011). Determination of nickel in cigarettes smoke by molecular fluorescence. *Microchemical Journal*, *99*(2), 486-491.

Talio, M. C., Luconi, M. O., Masi, A. N., & Fernández, L. P. (2010). Cadmium monitoring in saliva and urine as indicator of smoking addiction. *Science of the total environment*, *408*(16), 3125-3132.

Talio, M. C., Luconi, M. O., & Fernandez, L. P. (2012). New Silver Nanosensor for Nickel Traces. Part II: Urinary Nickel Determination Associated to Smoking Addiction. *Journal of Life Sciences*, *6*(1), 36-40.

Talio, M. C., Luconi, M. O., Masi, A. N., & Fernández, L. P. (2010). Solid surface spectroscopic methodology for ultra-trace urinary nickel monitoring in smokers and non-smokers' subjects. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, *52*(5), 694-700. https://doi.org/10.1016/j.jpba.2010.02.013

Talio, M.C., Pereyra, M., Acosta, M., Fernández L.P. (2019). Lead monitoring and control in tobacco products and e-cigarettes by molecular fluorescence. *Microchemical Journal*, *147*, 1–6. https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.02.070.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1FKrKwujAd-T_M3r2VljHZ8UfUQxdHhVp/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EXPLORACIÓN ESCOLAR DE ALTERNATIVAS SUSTENTABLES PARA MITIGAR EL IMPACTO DE LA PRESENCIA DE MAGALLANA GIGAS EN LAS COSTAS DEL SUR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Silvina Vizgarra

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.
svizgarra1@abc.gob.ar

Marcela Panozzo

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.
marpanozzo@abc.gob.ar

Gisela Gerje

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.
ggerje@abc.gob.ar

Diego Domínguez

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Ignacio Báez Cácere

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Josefina Núñez

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Benjamín Martín

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Luana Pacheco

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Jeremías Pietrasanta

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

ISBN 978-987-47159-9-9

Gabriel Sánchez

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Florencia Zaragoza

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Agustina Camargo

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Pilar Castro

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Bianca Diaz

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Misael González Liendro

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Nahuel Orquera Saraza

Escuela de Educación Secundaria Técnica Nº1 "Almirante Ramón González Fernández", Punta Alta, Buenos Aires, Argentina.

Resumen

El trabajo aquí desarrollado surge con el propósito de buscar soluciones a la problemática de la invasión de la ostra del Pacífico *Magallana gigas en* las costas de la región. Actualmente, han proliferado hasta convertirse en una invasión progresiva en las playas de Punta Alta, ciudad cabecera del partido de Coronel Rosales, desplazando especies autóctonas de sus hábitats naturales e impactando en el ámbito turístico, económico y sanitario de la localidad y alrededores. La investigación realizada por estudiantes de la Escuela de Educación Técnica Nº 1, Orientación Técnico Químico, con el apoyo de científicos del IADO-CONICET se enmarca en la evaluación anual de capacidades profesionalizantes EACP y la Ley 27621 Educación Ambiental Integral (EAI). El objetivo principal es investigar distintas formas de aprovechar las valvas del molusco reduciendo el impacto ambiental negativo alcanzado por la presencia de las mismas. Se analizaron diferentes alternativas para el aprovechamiento de éstas, logrando adaptar de forma exitosa procedimientos físicos y químicos de código abierto investigados.

***Palabras clave**: Magallana gigas; EACP; Educación Ambiental Iintegral; Aprendizaje Basado en Proyectos; sustentable.*

1. INTRODUCCIÓN

La formación de Técnicos Químicos consta de 4 años de especialización en materias específicas, culminando en el último año con un proyecto tecnológico o productivo integrador donde los alumnos ponen en

ISBN 978-987-47159-9-9

juego las capacidades y saberes que se corresponden con el Perfil Profesional para el cual se están formando, dicha instancia se denomina EACP (Evaluación Anual por Capacidades Profesionales).

Como dice el documento vigente de la Dirección General de Cultura y Educación – Subsecretaría de Educación Dirección Provincial de Educación Técnico – Profesional Dirección de Educación Técnica (2012):

> Se pretende que alumnos y alumnas incorporen en su recorrido formativo escolar actividades que favorezcan la integración, especificación y profundización de sus aprendizajes resolviendo problemas vinculados al campo profesional propio de la especialidad de la tecnicatura y que evidencien fundamento y proyección social, o bien posean un carácter innovador. (p.1)

Asimismo, según consta en el documento proporcionado por la Dirección de Educación Técnico-Profesional (2015) se expresa que:

> …los proyectos surgen de necesidades o problemas detectados en el contexto institucional o bien, en el entorno socio-productivo local o regional. El fin de esta actividad es poner en acción las capacidades profesionales desarrolladas y los saberes adquiridos a lo largo de su formación. (p.2)

Por su parte, la Ley para la implementación de la Educación Ambiental Integral (EAI) en la República Argentina, Ley 27621, en el capítulo II, artículo 2do define a la EAI como:

> un proceso educativo permanente con contenidos temáticos específicos y transversales, que tiene como propósito general la formación de una conciencia ambiental, a la que articulan e impulsan procesos educativos integrales orientados a la construcción de una racionalidad, en la cual distintos conocimientos, saberes, valores y prácticas confluyen y aporten a la formación ciudadana y al ejercicio del derecho a un ambiente sano, digno y diverso... (2021, p. 1).

El enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) emerge a partir de los estudios sociales y epistemológicos de la ciencia, así como de la influencia de algunos movimientos sociales presentados en la década de 1960, que desencadenaron en distintas vertientes la denominación CTS. Sin embargo, la consolidación del movimiento denominado inicialmente CTS en la Enseñanza de las Ciencias adoptó la dimensión ambiental como un elemento fundamental de la formación en ciencias y por consiguiente recibió el rótulo de CTSA (Martínez, 2012).

En cuanto al proceso de enseñanza – aprendizaje desde el enfoque CTSA de acuerdo con Martínez, Villamil & Peña (2006) los estudios han prestado atención a tres aspectos: actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, trabajos que fomentan en el individuo la participación y la responsabilidad como ciudadano y el aprendizaje de conceptos científicos en un proceso de contextualización social.

En este marco se presenta esta experiencia de aula a partir del siguiente abordaje donde el rol docente podría cambiar conforme se observa un desarrollo en las capacidades experimentales e investigativas del estudiantado. Por ello, es posible variar la función del docente siendo un instructor, observador-participante o facilitador y mediador.

2. METODOLOGÍA

La investigación se inicia en el año 2022 a partir de la observación del aumento de la población de ostras en un sector de la playa Arroyo Pareja de la localidad de Punta Alta y en un sistema de lagunas y humedales conectados a la ría de la Bahía Blanca, ubicado al sudoeste de la provincia de Buenos Aires. De este modo surgen varios proyectos escolares que seleccionan la misma problemática y cada grupo de alumnos (de entre 2 a 5 alumnos) propone diferentes soluciones. Si bien se plantean actividades pedagógicas, los grupos van direccionando la investigación de acuerdo a sus intereses.

2.1. Selección de Ideas

Se propone a los alumnos diversas líneas de investigación cuyo eje vertebrador sea el medioambiente y donde la química aporte soluciones a alguna problemática local. De ellos surgen ideas, que luego serán sometidas a un cuadro de decisiones para definir cuál será el proyecto a abordar. Algunas de las preguntas a

ISBN 978-987-47159-9-9

responder son: ¿Presenta una reacción química o mezcla? ¿Se adecua al perfil profesional teniendo en cuenta las capacidades del Técnico Químico? ¿Responde a necesidades o problemáticas locales?

Una vez seleccionado el tema, los alumnos elaboran un diagrama de Gantt para organizar el trabajo, utilizan diversos instrumentos para la recolección de datos, consultan con docentes tutores asignados, adaptan procedimientos y realizan las experimentaciones correspondientes en el entorno del laboratorio escolar.

Se recomienda el uso de un diario de experiencias o carpeta de campo donde los estudiantes dejan constancia de todo lo acontecido durante el proceso de investigación, muestra la evolución de la investigación, relata sus aspectos y etapas más importantes señalando las conclusiones que van surgiendo, errores, aciertos, entre otros.

Cada grupo de trabajo realiza la redacción del informe de sus proyectos, siguiendo las pautas indicadas por los docentes tutores a través de un documento compartido sobre el cual se van realizando las actualizaciones pertinentes. Esta metodología permite guardar evidencia detallada del trabajo realizado por cada uno de los estudiantes que intervienen en su desarrollo, por lo que el docente tiene facilidad para monitorear el esfuerzo individual y controlar el avance en la construcción del contenido. Además, permite la adquisición de competencias digitales fundamentales para desempeñarse en cualquier ámbito del mundo actual.

2.2. Investigación

Los alumnos utilizan diversos instrumentos de recolección de información, tales como búsqueda bibliográfica y en redes, enfatizando la utilización de artículos validados científicamente, encuestas, entrevistas a distintos miembros de la comunidad e investigadores. Se trabajó en articulación con IADO-CONICET a través de talleres realizados en la escuela a cargo de investigadores y becarios del grupo de trabajo Eco-Bentos (Grupo de Investigación en Ecología y Conservación de Especies Bentónicas). Además, los alumnos participaron con los científicos en campañas de toma de muestra y medición de parámetros ambientales como salinidad del agua, pH y temperatura. Luego, en los laboratorios de IADO realizan el acondicionamiento de los moluscos recolectados.

2.3. Experimentación

Permitir que el estudiante sea quien concrete los pasos a seguir durante la parte experimental de su proceso de aprendizaje ayuda a que este identifique errores, limitantes y posibles mejoras de modo que logre mejorar sus capacidades investigativas y prácticas en ciencias (Orjuela-Méndez, 2012).

Los alumnos, bajo la guía de las docentes de las asignaturas técnico-específicas de la orientación, llevan a cabo las actividades de experimentación para la ejecución de los procesos productivos que conducen a la obtención de productos, los cuales luego son sometidos a diferentes análisis de control de calidad fisicoquímicos y microbiológicos, si correspondiera. También analizan el proyecto desde un punto de vista económico evaluando su factibilidad y viabilidad para la concreción de un eventual microemprendimiento. Es necesario destacar que la mayoría de las actividades se desarrollan en el entorno del laboratorio escolar.

En el marco de las Prácticas Profesionalizantes, espacio curricular perteneciente al 7mo año de estudios, los alumnos realizaron pasantías en IADO y PLAPIQUI, dependientes de CONICET, participando en la realización de diversos ensayos sobre los moluscos tales como Determinación de Proteínas y Microplásticos. Además, se pudo realizar el análisis de espectroscopía infrarroja sobre la cal producida coincidiendo los resultados obtenidos con la cal comercial.

2.4. Evaluación

Los alumnos presentan los avances de sus proyectos en fechas estipuladas previamente los cuales se evalúan por medio de una rúbrica recibiendo la retroalimentación de los docentes involucrados.

Promediando el ciclo lectivo, se realiza una evaluación colegiada donde los alumnos exponen ante un grupo de docentes de otras orientaciones y personal del equipo directivo de la Institución los resultados obtenidos, son evaluados mediante la implementación de rúbricas con criterios preestablecidos por COPRET (Consejo Provincial de Escuelas Técnicas). Para dicha presentación utilizan herramientas digitales y muestran los resultados de sus proyectos.

ISBN 978-987-47159-9-9

3. RESULTADOS

3.1. Selección de ideas- Experimentación

A partir de las ideas propuestas por los alumnos y el análisis de cada una de ellas, surgen cuatro proyectos diferentes (FIGURAS 1-A, 1-B, 1-C y 1-D), todos relacionados a la problemática medioambiental vigente de proliferación de la especie invasora ostra *Magallana gigas* en las playas de la localidad:

3.1.1. Gigacalx, La cal del futuro.

Materia Prima: valvas de ostra
Resultados obtenidos (FIGURA 1-A)*:*

Se obtiene un sólido blanquecino, pulverulento en el que no se detectan rastros de material sin calcinar, su humedad y su espectro FT/IR coinciden con los de una muestra de cal comercial.

3.1.2. Ostrapast, Biomaterial en base a valvas de Magallana gigas

Materia Prima: valvas de ostra, alginato de sodio
Resultados obtenidos (FIGURA 1-B)*:*

Se obtuvo un biocompuesto sólido color blanco grisáceo, textura porosa, inodoro, permeable al agua y de mediana resistencia frente a una fuerza ejercida, de densidad 1,71 g/cm^3 que se desintegra en agua, resistente a rayos UV, resisten 8 semanas en tierra húmeda, no resisten el hipoclorito de sodio ni el ácido acético, no presentan cambios al exponerlas a la solución salina ni al detergente.

3.1.3. Palder, Kits de plantines en macetas biodegradables

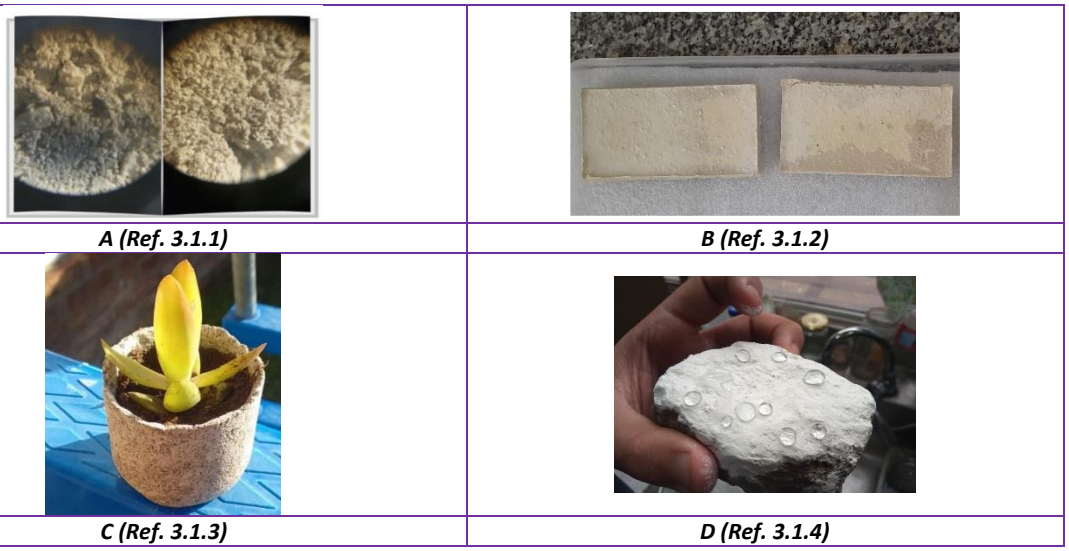
Materia Prima: valvas de ostra, alginato de sodio, borra de café
Resultados obtenidos (FIGURA 1-C)*:*

Se obtuvo un biocompuesto que se desintegra en agua, resistente a rayos UV, resiste 16 semanas con contenido vegetal y riego esporádico. Sometidas a condiciones de lluvia intensa, se ablandan, pero con el paso del tiempo se vuelven a solidificar.

3.1.4. Watershield, Pintura impermeabilizante

Materia Prima: Valvas de ostra, óxido de zinc, alginato de sodio, etanol, ácido esteárico
Resultados obtenidos (FIGURA 1-D)*:*

Se obtuvo un líquido denso, de elevada viscosidad y poder cubritivo que, aplicado sobre una superficie muestra resistencia a las condiciones climáticas, buena adherencia, no es inflamable.



A (Ref. 3.1.1)	***B (Ref. 3.1.2)***
C (Ref. 3.1.3)	***D (Ref. 3.1.4)***

FIGURA 1. *Productos obtenidos en cada uno de los cuatro proyectos. Fuente: Elaboración propia*

ISBN 978-987-47159-9-9

3.2. Participación en Diversas Instancias y Programas Educativos

Para fomentar el desarrollo de habilidades científicas se fomenta la participación de los alumnos en Ferias de Ciencias, Olimpíadas INET, Programas Escuelas Azules y Vinculación Empresa- Escuela.

Estas experiencias ofrecen numerosas ventajas como el desarrollo de habilidades científicas contribuyendo a la formación del pensamiento crítico, la curiosidad y creatividad, el aprendizaje práctico, dado que los alumnos pueden aplicar los conceptos teóricos y las capacidades adquiridas en proyectos reales, al presentar proyectos en público y recibir reconocimientos aumenta la confianza y autoestima de los estudiantes. Asimismo, ofrece oportunidades de Networking ya que puede surgir la oportunidad de conocer a expertos, investigadores y otros estudiantes con experiencias similares. También fomenta el desarrollo de habilidades blandas como la comunicación, el trabajo en equipo y la gestión del tiempo. Puede inspirar a los alumnos a seguir carreras en STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemática) y al aprendizaje de la gestión de proyectos desde la planificación, ejecución y presentación de los mismos. (FIGURA 2)

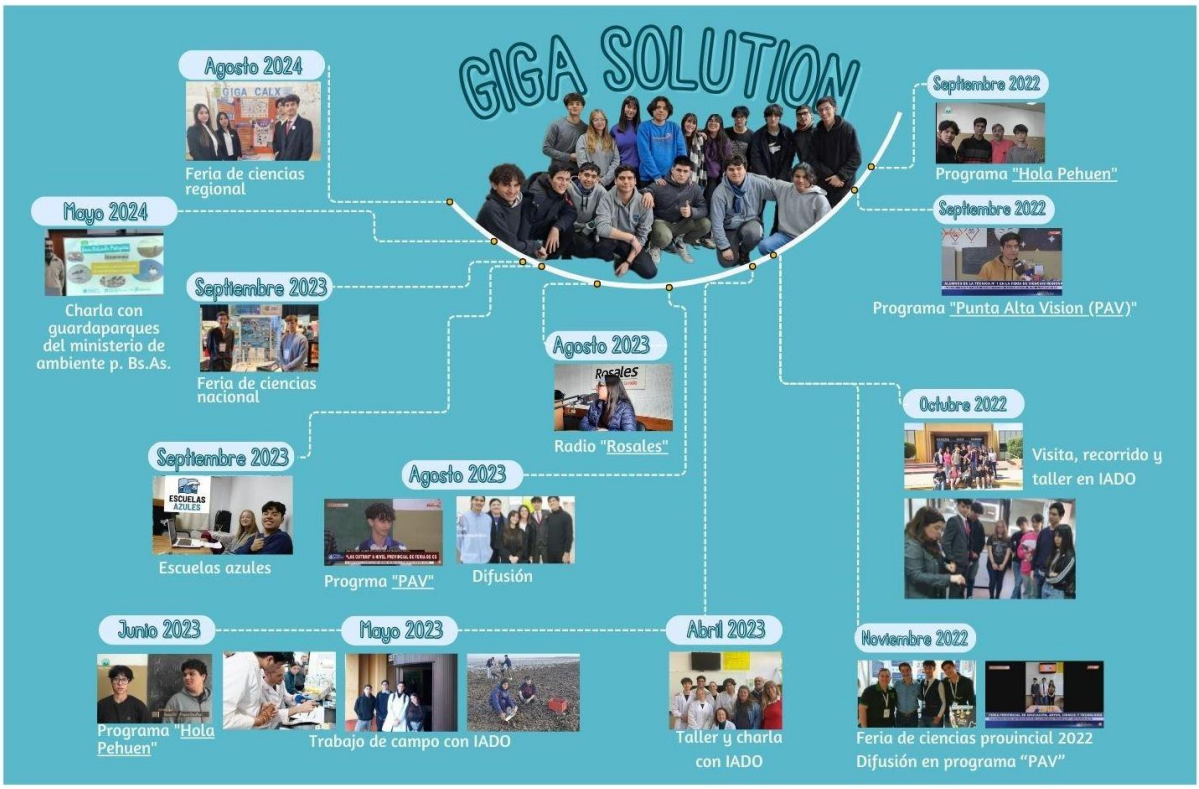


FIGURA 2. *Actividades de difusión e interacción con diversas Instituciones. Fuente: Elaboración propia*

3.3. Análisis actual y proyecciones a largo plazo

En la TABLA I se muestra a modo de resumen, el grado de avance de los proyectos que conforman Giga Solution:

TABLA I *Estado actual y proyección a futuro*

Proyecto	***Estado Actual***	***Proyección a futuro***
GIGA CALX	Estudio de viabilidad del proyecto como microemprendimiento	Investigar formas de disposición final del molusco. Disminuir la huella de carbono. Profundizar campañas de difusión y concientización. Realizar alianzas estratégicas. Definir estrategias de marketing.
OSTRAPAST	Optimización del biocompuesto obtenido en búsqueda de lograr la impermeabilización.	Elaborar la ficha técnica del nuevo biomaterial. Determinar su uso posterior.

ISBN 978-987-47159-9-9

Continuación TABLA I Estado actual y proyección a futuro

Proyecto	***Estado Actual***	***Proyección a futuro***
PALDER	Investigación para mejorar las cualidades del producto obtenido, tales como forma, color, aporte de nutrientes al suelo y resistencia a diversos factores.	Elaborar macetas con diversas opciones en cuanto a diseño y funcionalidad.
WATER SHIELD	Se obtuvo un producto que reúne las características de impermeabilización deseadas.	Continuar con ensayos para mejorar la adherencia y ensayos de resistencia a factores externos.

4. CONCLUSIONES

A través del trabajo áulico realizado, se logra un acercamiento a soluciones factibles para minimizar el impacto medioambiental, económico y sanitario que ocasiona la presencia de *Magallana gigas* en las costas de la localidad. Este proyecto demostró que las valvas de las ostras pueden ser utilizadas de manera innovadora para elaborar productos de valor agregado, brindando a la comunidad soluciones a los desafíos medioambientales actuales y una oportunidad para fomentar la economía circular y el emprendimiento sostenible.

Luego de completar una rúbrica de autoevaluación, los alumnos manifiestan que la metodología de trabajo en proyectos interdisciplinarios les permite desarrollar una amplia gama de habilidades esenciales como investigación científica, comunicación efectiva, trabajo en equipo, pensamiento crítico, comunicación efectiva y resiliencia que son aplicables en diversas áreas de estudio y en la vida cotidiana.

Desde la mirada docente, se evidencia que esta metodología de trabajo permite al estudiantado transferir conocimientos y aplicar conceptos de manera eficaz en situaciones del mundo real, lo que aumenta la relevancia de su aprendizaje. Se observa un incremento en la motivación y el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje cuando participan en proyectos significativos para ellos, lo que sugiere un cambio positivo en la actitud hacia la educación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Equipo de Conducción de la Escuela de Educación Técnica Nº 1 al Equipo docente de la orientación Técnico Químico y a las familias de los alumnos por el acompañamiento recibido en cada una de las instancias en las que los alumnos han participado. Al personal del IADO y PLAPIQUI, en especial a la Dra. Sandra Fiori, por hacernos partícipes de sus programas de investigación acerca de la problemática y por brindarnos la ayuda necesaria para realizar análisis químicos específicos en los controles de contaminación de la ostra y de la calidad de los productos desarrollados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dos Santos, E. P., & Fiori, S. M. (2010). *Primer registro sobre la presencia de Magallana gigas en el Estuario de Bahía Blanca, (Argentina)*. Repositorio Institucional CONICET Digital. Retrieved Octubre 7, 2022, from https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/60534

Fiori, S. M., & Punta Alta Visión. (2020, Octubre 7). *OSTRAS DEL PACÍFICO - Informe especial*. Youtube. Retrieved Octubre 9, 2022, from https://youtu.be/k2q6mgSSA98

Fiori, S. M., & Dos Santos, E. P. (2020). *Ostras.* Retrieved October 7, 2022, from http://ostras.iado-conicet.gob.ar/index.html

ISBN 978-987-47159-9-9

Ley 27.621 de 2021. Ley para la implementación de la Educación Ambiental Integral en la República Argentina.3 de junio de 2021. B.O. N° 37259. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/245216/20210603

Ministerio de Educación. (2015). Evaluación de Capacidades Profesionales en la ETP de nivel secundario.Resolución N° 266/15 CFE de septiembre 2015. Documento recuperado en https://www.inet.edu.ar/index.php/material-de-capacitacion/evaluacion-de-capacidades-profesionales-res-cfe-26615/

Orjuela-Méndez, J. D. (2012). *Influencia de la implementación de un proyecto de clase fundamentado en aprendizaje basado en proyectos y en formación de competencias en un curso de pregrado sobre procesos de maquinado* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Universidad Nacional. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20578

Quesada Palacios, D. H. (2024). Propuesta de aplicación constructivista en el enfoque de Aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de ciencias naturales: Feria científica y manuales de laboratorio. *Revista Educación, 48*(2), 1–12. https://doi.org/10.15517/revedu.v48i2.58187

Sartor, Aloma…(et al.) (2023) II Foro ambiental perspectivas territoriales y gobernanza en la transición: Tomo II: Compilación de Patricia Benedetti. C.A.B.A; edUTechNe. http://hdl.handle.net/20.500.12272/7913

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1XGqdvG4iGyqutwR1Qme2XUlUyvtq87kp/view

ISBN 978-987-47159-9-9

CONSTRUYENDO CON CIENCIA: UN PROYECTO DE ARTICULACIÓN ENTRE ESTUDIANTES DE NIVEL UNIVERSITARIO Y NIVEL MEDIO

Mario Guillermo Díaz

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQByF – UNSL), San Luis, Argentina.
marioguillermo678@gmail.com

Ana Baigorria Giménez

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQByF – UNSL), San Luis, Argentina.
anabgimenz@gmail.com

Oriana Melisa Seel

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQByF – UNSL), San Luis, Argentina.
orianamelisaseel2000@gmail.com

Martina Gómez Alenda

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQByF – UNSL), San Luis, Argentina.
martinabgomezalenda@gmail.com

Oswaldo Rosas

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQByF – UNSL), San Luis, Argentina.
ojrrt55@gmail.com

Vanesa Alejandra Muñoz

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (FQByF – UNSL), San Luis, Argentina.
vamunioz@gmail.com

Resumen

En este trabajo se llevó a cabo una experiencia educativa práctica y colaborativa que vinculó a estudiantes de nivel universitario con estudiantes de nivel secundario técnico. Se aplicaron conceptos de capacidad calorífica y termometría, adaptados en este caso a materiales de construcción, utilizando herramientas digitales como simuladores y laboratorios experimentales, en los cuales se emplearon calorímetros como instrumentos de medición. Posteriormente, se interpretaron y analizaron los resultados obtenidos. La finalidad de este artículo es que los estudiantes universitarios compartan sus conocimientos con la comunidad educativa de nivel medio, promoviendo el interés por la química como ciencia aplicada.

Palabras clave: *aprendizaje cooperativo y significativo; ciencia experimental aplicada; simuladores; nuevas tecnologías de enseñanza; uso del calorímetro.*

ISBN 978-987-47159-9-9

1. INTRODUCCIÓN

Durante los primeros años de la vida universitaria, los estudiantes que eligen carreras vinculadas a diferentes campos de las ciencias exactas y naturales a menudo tienen dificultades para comprender la relación de estas disciplinas con los hábitos cotidianos y los aportes que pueden hacer a la sociedad. Por ello, realizar diversas actividades desde el ámbito universitario hacia la comunidad, y especialmente en la educación, permite a los estudiantes fortalecer el aprendizaje, desarrollar habilidades sociales y fomentar su vocación. Además, comprender los principios y aplicaciones de la química en todos los campos donde está involucrada puede contribuir a mejorar la calidad de vida de los estudiantes, proporcionando herramientas útiles para abordar desafíos globales como la energía sostenible, el cambio climático y la salud pública. (King, 2012)

La química es una ciencia teórico-experimental, calificada para movilizar la actividad cognitiva de los alumnos en forma creativa. Aprender a través de la compresión, la problematización, y la toma consciente de decisiones facilita el aprendizaje significativo. (Ausubel, 2002)

En la actualidad, las sociedades nos han llevado hacia una desconexión paulatina con el entorno, observando una falta de relación tanto de la naturaleza como con las personas que lo habitan, conduciendo a un horizonte que se torna preocupante. En el mundo laboral se exigen cada vez más a menudo competencias de tipo colaborativas con el objeto de favorecer relaciones interpersonales, siendo la escuela como uno de los agentes responsables implicados en estos nuevos retos de la sociedad actual. Trabajando con metodologías activas que conciben el aprendizaje como un proceso activo y dinámico los estudiantes se convierten en protagonistas de este (Juárez Pulido et al., 2019). Este aprendizaje cooperativo debe estar encaminada a través de dinámica de grupos heterogéneos, por lo que la integración de estudiantes de diferentes niveles educativos es esencial para que la enseñanza-aprendizaje sea efectiva entre pares.

En la educación media técnica, uno de los objetivos de los gobiernos nacionales y provinciales, según el diseño curricular, es que los estudiantes desarrollen habilidades técnicas y prácticas, fomentando el aprendizaje activo y promoviendo tanto el desarrollo personal como el laboral, con el fin de prepararlos para el mercado de trabajo.

La química es una materia práctica que puede prestarse a la experimentación en las escuelas técnicas de nivel medio; sin embargo, la falta de recursos y tiempo puede dificultar la realización de experimentos en el aula. Una de las razones es que la química no siempre se percibe como algo útil en la vida cotidiana. En el ámbito de la construcción, la química es fundamental porque ayuda a entender cómo las reacciones químicas entre los materiales de construcción pueden afectar la estructura y las propiedades de estos materiales. Sin embargo, a menudo no se logran estos objetivos debido a que los estudiantes se sienten desmotivados por la escasa vinculación que perciben entre las ciencias exactas y su vida diaria

Por otro lado, los avances tecnológicos han crecido de manera exponencial, haciendo que su uso se encuentre de manera más natural en la vida cotidiana (Pere, 2012). El uso de herramientas digitales en la educación y en particular en las ciencias exactas son implementados como puentes en la enseñanza y aprendizaje de conceptos abstractos, permitiendo visualizar fenómenos físicos y químicos presentando una mejor compresión del contenido presentado (Pacheco et al., 2020). Es por esto por lo que el uso de simuladores en aulas educativas colabora en la transmisión de conocimiento de forma interactiva, es decir el estudiante se encuentra involucrado de manera más activa ya que es el propio estudiante quien tiene que manejar el simulador, observar los resultados y actuar en consecuencia (Contreras, 2012).

1.2 Propuesta del Proyecto

En los laboratorios de enseñanza de ciencias experimentales, es importante optar por equipos sencillos, accesibles y de bajo costo, en lugar de utilizar tecnología que esté fuera del alcance cotidiano de los estudiantes. El uso de estos instrumentos, que a menudo les resultan desconocidos debido a que no los han utilizado antes y probablemente no los vuelvan a utilizar fuera del ámbito del laboratorio, alimenta la brecha entre la química de la vida cotidiana y la química enseñada en las aulas. Por ejemplo, el uso de un celular, o el de un equipo sencillo de utilizar y elaborar, podría facilitar la adquisición de nuevos conocimientos al mantenerlos motivados y predispuestos a participar activamente en las actividades propuestas. (Bigliani et. al, 2017)

ISBN 978-987-47159-9-9

Uno de los temas que se desarrollan en materias como Termodinámica o Química Física de las carreras de Ingeniería en Alimentos o Lic. en Química es el calor específico de una sustancia o material siendo fundamental para medir el calor. Se entiende como calor específico a la cantidad de calor requerida para que una unidad de cualquier material incremente su temperatura en una unidad de grados Celsius o Kelvin. En el Sistema Internacional de Unidades (SI), la unidad para el calor es en Joules (J) por lo que la capacidad calorífica se la expresa en J $kg^{-1}K^{-1}$. De manera que la cantidad de calor (Q) necesaria para variar la temperatura de masa (m) de una sustancia es proporcional al cambio en su temperatura (ΔT) y a dicha masa, esto se expresa con la siguiente ecuación: $Q = m \cdot C \cdot \Delta T$. Donde C es la constante de proporcionalidad conocida como calor específico. Con esta sencilla ecuación se puede influir sobre la capacidad de absorber o ceder calor de un material (Velazque y Martínez, 2015)

En materias como Termodinámica o Química Física, existen laboratorios experimentales donde los estudiantes de una manera sencilla determinan capacidad calorífica de diferentes sustancias. Para los estudiantes de la Escuela Técnica en Construcción es importante conocer este tipo de característica ya que, como futuros profesionales les permitirá seleccionar materiales de mayor confort térmico y ahorro energético (Camacho-Ixta et al., 2016). Es por lo tanto importante que los estudiantes de nivel universitario puedan adaptar estos términos, logrando que los estudiantes de nivel medio lo utilicen como futuros profesionales.

2. OBJETIVOS

- Desarrollar habilidades de trabajo en equipo y comunicación efectiva entre diferentes niveles educativos.
- Realizar experiencias de laboratorio con equipos sencillos para medir capacidades caloríficas en diferentes materiales.
- Implementar simuladores para complementar los experimentos prácticos y facilitar la comprensión de conceptos químicos.

3. METODOLOGÍA

3.1. Primera Parte:

Para comenzar con la planificación de las actividades, se realizó un relevamiento sobre el estado y el uso del laboratorio del colegio secundario, resumiendo lo observado:

- A pesar de contar con un laboratorio de química, su uso es poco frecuente.
- Se consultó a los profesores de química sobre los conocimientos previos de los estudiantes, constatando que muchos de ellos no están familiarizados con temas como la termodinámica.

Es importante señalar que la institución tiene un porcentaje reducido de estudiantes en los últimos años, ya que es una escuela técnica con orientación en construcción, lo que implica un año adicional en comparación con las escuelas comunes.

Con la información obtenida:

- Se les comunicó a los estudiantes de las carreras de Licenciatura en Química e Ingeniería en Alimentos sobre las herramientas a considerar y los desafíos a enfrentar.
- Para ello, los estudiantes aplicaron los conceptos básicos de termodinámica que habían aprendido, como la capacidad calorífica y la termometría, para desarrollar tanto la parte teórica como la experimental, utilizando simuladores y el laboratorio.
- En la fase experimental, emplearon un calorímetro a presión constante. Este dispositivo (ver FIGURA 1) fue adaptado para que su diseño fuera sencillo y de bajo costo, facilitando su uso en el nivel medio y aplicado a materiales de la vida cotidiana, como los empleados en la construcción. El calorímetro consistía en un termo o, en su defecto, un recipiente de poliestireno expandido, junto con un termómetro digital.
- En cuanto al uso de simuladores, en esta primera etapa se seleccionó un software didáctico adecuado para la experiencia (Blogspot, s.f.), con el requisito de que fuera de acceso gratuito (ver FIGURA 2)

ISBN 978-987-47159-9-9



FIGURA 1. *Calorímetro utilizado para la parte experimental*

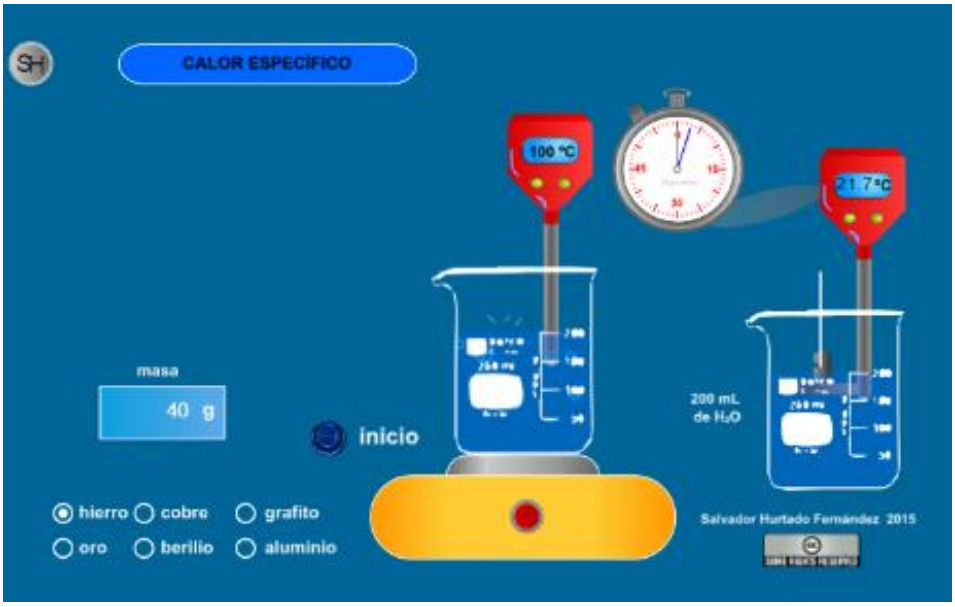


FIGURA 2. *Simulador utilizado para determinar calor específico de materiales (Imagen tomada de: https://labovirtual.blogspot.com/search/label/calor%20espec%C3%ADfico)*

3.2. Segunda Parte, desarrollo de las actividades en el colegio:

Se desarrollaron las propuestas digitales y experimentales con la participación de estudiantes universitarios, dirigidas a alumnos del último año del nivel medio. Se explicaron brevemente los conceptos de calor, termometría y capacidad calorífica, utilizando ejemplos que representan estos fenómenos en la vida cotidiana. Además, se explicó el uso del calorímetro y su función para determinar de manera sencilla la capacidad calorífica de diferentes materiales.

En primera instancia, se utilizó el simulador que se muestra en la FIGURA 2, con diversos materiales preseleccionados que se encuentran en el software.

A partir de los datos obtenidos, los estudiantes pudieron calcular los valores de Q y, con ello, familiarizarse con los conceptos previamente explicados.

Se llevaron a cabo los experimentos utilizando inicialmente materiales de uso cotidiano. En este caso, se seleccionó la salsa de tomate por ser un material común y familiar.

Tras observar los resultados con este material, se procedió a medir el valor de Q en diversos materiales de construcción como el hormigón, ladrillo y madera, observando cómo los valores de Q influían en la selección de materiales para la construcción.

Al finalizar las actividades, se aplicó una breve encuesta anónima a los participantes para conocer su experiencia.

ISBN 978-987-47159-9-9

4. RESULTADOS

Los estudiantes de nivel medio demostraron estar entusiasmados e interesados en el uso de la calorimetría para obtener datos sobre las propiedades y características de los materiales de construcción. De los 17 alumnos que pertenecen al último año de secundaria y que participaron en esta jornada, el 80% manifestó desconocer el uso de la calorimetría y la importancia de conocer la capacidad calorífica de diferentes materiales. Además, el 70% indicó no haber utilizado simuladores tecnológicos en su formación como futuros técnicos en construcción.

En cuanto al uso de simuladores como herramienta para comprender mejor los conceptos de calorimetría y capacidad calorífica (como se muestra en la FIGURA 2 A), el 76% de los estudiantes consideró que los simuladores son definitivamente útiles. Por otro lado, solo uno de los participantes (representado por el 6% en la gráfica) opinó que el laboratorio por sí solo es suficiente para entender el tema. Asimismo, como se observa en la FIGURA 2 B, el 63% de los estudiantes valoró esta experiencia con el puntaje máximo, considerándola una parte importante de su formación académica, lo que representa un resultado óptimo para los objetivos de este proyecto.



FIGURA 2 A. *Datos obtenidos de encuesta realizada a los estudiantes. Respuestas referidas al uso de simuladores como herramienta para comprender mejor los conceptos de calorimetría y capacidad calorífica*

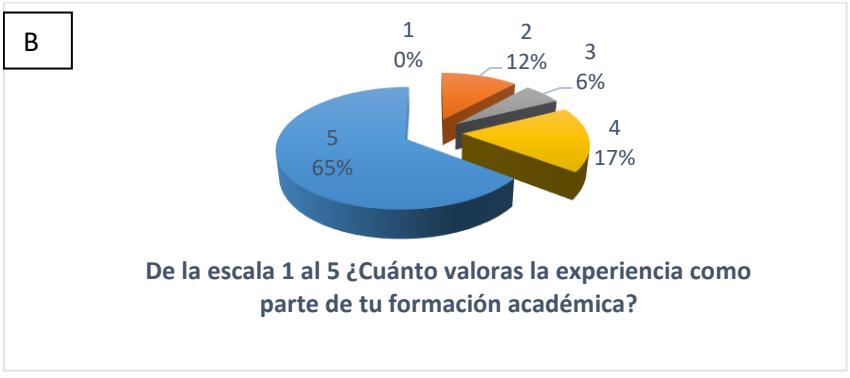


FIGURA 2 B. *Datos obtenidos de encuesta realizada a los estudiantes del nivel medio. Valoración de la experiencia.*

5. CONCLUSIONES

Es importante reconocer las problemáticas educativas actuales y trabajar en estrategias para lograr superarlas, por lo que es fundamental poder proporcionar recursos adecuados para la enseñanza de la química. Para ello es importante buscar formas creativas de conectar la química con la vida cotidiana de los estudiantes y fomentar la experimentación práctica en el aula.

Este trabajo pretende ser el punto de partida para diversas actividades que integren el uso de simuladores educativos con la práctica experimental, siguiendo el objetivo principal de vincular las ciencias experimentales, en este caso la química, con diferentes ámbitos de la sociedad, como lo fue para este caso la educación técnica.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Secretaría de Extensión Universitaria de la Universidad Nacional de San Luis, por financiar el proyecto extensión y educación PED 02-0123, en el marco del cual se realizó este trabajo. Se agradece además a los directivos y docentes del Colegio Nº5 Ing. Álvarez de Condarco, por abrir las puertas para la realización de estas actividades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ausubel, D.P. (2002). Adquisición y Retención del conocimiento. Una perspectiva Cognitiva. Barcelona. Paidós.

Bigliani, J., Capuano, V., Gutierrez, E.A., Martín J. (2017). Práctica experimental con equipos cotidianos para los alumnos y de mejores resultados experimentales. *Revista de enseñanza de la Física. 29,* No extra, 397-400.

Camacho-Ixta, I., Bojorquez-Morales, G. y Fabela-Blas, C. (2016). Propuestas de materiales de construcción alternativos para casa-habitación de construcción en serie. *Revista de Ciencias*

Contreras Gelves, G. A., & Carreño Moreno, P. (2012). Simuladores en el ámbito educativo: un recurso didáctico para la enseñanza. *Ingenium*, *13*(25), 107–119.

Juárez-Pulido, M., Rasskin-Gutman I., Mendo-Lázaro S. (2019). El aprendizaje cooperativo, una metodología activa para la educación del siglo XXI. Una revisión bibliográfica. *Revista Prisma Social: Humanismo Digital fronteras y vías libres entre la Tecnología y la conciencia.* (26), 200-210.

King D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education, 48*(1), 51-87. https://doi.org/10.1080/03057267.2012.655037

Labovirtual. (s.f.). Calor específico. Blogspot. [https://labovirtual.blogspot.com/search/label/calor%20espec%C3%ADfico]

Marqués Graells, P. (2012). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. *3C TIC, Cuadernos de Desarrollo Aplicados a las TIC, 1(3), 1-15. Recuperado de https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/01/impacto-de-las-tic.pdf*

Pacheco, A. R., Lorduy, D. J., Flórez, E. P., & Páez, J. C. (2021). Uso de simuladores phet para el aprendizaje del concepto de soluciones desde las representaciones en química. *Revista Boletín Redipe*, *10*(7), 201-213. https://doi.org/10.36260/rbr.v10i7.1358

Velazque, M.S, Martínez, J.H. (2015). Implementación de una actividad experimental para la determinación del calor específico de un puré de tomate integrando las carreras de Profesorado en Física e Ingeniería en Alimentos. *Revista de Enseñanza de la Física, 27*(No Extra). 533-538. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12700/12939

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1orNboOK_OWZ8Lbfd1zKQ3iwmGMf-gFq9/view

ISBN 978-987-47159-9-9

GAMIFICACIÓN, REALIDAD AUMENTADA Y EXPERIMENTOS ÁCIDO-BASE EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA: UNA ACCIÓN DE EXTENSIÓN INNOVADORA

Nicolás Borassi

Universidad Nacional de Luján (UNLu), Luján, Buenos Aires, Argentina.
nborassi@gmail.com

Cecilia Borassi

Universidad Nacional de Luján (UNLu), Luján, Buenos Aires, Argentina.
ceciborassi@gmail.com

Agustina Darget

Universidad Nacional de Luján (UNLu), Luján, Buenos Aires, Argentina.
agustinaidarget@gmail.com

Victoria Benech

Universidad Nacional de Luján (UNLu), Luján, Buenos Aires, Argentina.
vicky_benech@hotmail.com

Agustín Somma

Universidad Nacional de Luján (UNLu), Luján, Buenos Aires, Argentina.
lucasagustinsomma@gmail.com

Esteban Costa

Universidad Nacional de Luján (UNLu), Luján, Buenos Aires, Argentina.
estebancosta@abc.gob.ar

Resumen

La extensión universitaria como parte del proceso educativo implica generar una acción que produzca una reacción positiva en su entorno, sea de tipo intelectual, actitudinal, o por desarrollo de nuevas habilidades, que colaboren en el crecimiento personal y colectivo de sus actores. De esta manera, surge Química Orgánica en Acción (QUORA) como acción de Extensión Universitaria hacia la Enseñanza Media para colaborar en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química, fortaleciendo la transición de la población estudiantil hacia la Universidad, creando nuevos vínculos con las instituciones educativas visitadas. La actividad propuesta se llevó a cabo en cuatro establecimientos con un total de 90 estudiantes y tuvo como eje central al concepto de *gamificación*, basándose en la resolución de desafíos mediante la combinación de experimentos ácido-base en compuestos orgánicos (α-aminoácidos) y la tecnología inmersiva de Realidad Aumentada por incorporación de dispositivos electrónicos como herramienta pedagógica. Se realizó una encuesta para indagar sobre la experiencia en cada curso, encontrándose que el tema propuesto fue pertinente e innovador, y colaboró en el proceso de aprendizaje, generando intención de regreso a la institución. Además, mostró que la Realidad Aumentada es una herramienta con potencial a explorar en los cursos de Química.

Palabras clave: *enseñanza; química orgánica; extensión universitaria; realidad aumentada; gamificación.*

1. INTRODUCCIÓN

La Química es una ciencia que impacta en los cuatro aspectos fundamentales de la vida: personal, social, económico, y cultural. Luego, la educación a largo plazo en Química es esencial. El aprendizaje, la comprensión

ISBN 978-987-47159-9-9

y la apropiación del conocimiento referido a las Ciencias Químicas resulta, en general, complejo tanto a Nivel Medio como Superior. Las raíces de dicha complejidad pueden tener lugar, entre otras razones, en el estado de conocimientos previos del estudiante, la forma en que los nuevos conocimientos se le presentan, la relación que estos conocimientos guardan ente sí, y la capacidad de relacionar estos saberes con el entorno, sumado al carácter formativo que se le otorga al conocimiento adquirido. Los procesos de construcción de conocimiento ligados a la Química se encuentran, además, ligados al tiempo dedicado a los contenidos, la capacidad de experimentación de las instituciones educativas y a la inmersión del estudiante en un universo de abstracción conceptual que no es accesible a simple vista. Estos factores, sumados a las situaciones particulares de cada aprendizaje, pueden desencadenar diversas problemáticas educativas en la temática que dificultan su resolución (Gilbert, 2015).

En este sentido, el uso de Realidad Aumentada (RA) brinda a los estudiantes la capacidad de adquirir información del mundo real a través de una herramienta virtual, dando un significado al contenido y reduciendo la sobrecarga cognitiva durante el proceso de aprendizaje, permitiendo a los docentes crear experiencias integradas sobre una temática. Luego, el rol del docente en el diseño y escalabilidad de los objetos como las moléculas resulta esencial para motivar a los estudiantes y ayudarles a comprender sus propiedades (Bower, 2014). La RA se convierte entonces en una herramienta potencialmente útil para crear esquemas curriculares más innovadores, atractivos y competitivos, en especial como complemento de laboratorios, y así atraer a los estudiantes hacia las disciplinas científicas (Lasica, 2017). En efecto, la RA aplicada a la Química puede contribuir a mejorar el desempeño estudiantil en sus exámenes (Tsai, 2021).

En adición, la *gamificación* como estrategia pedagógica innovadora de enseñanza puede ayudar a adquirir nuevas competencias curriculares, sociales y cognitivas, e incrementar la participación estudiantil en el contexto de una clase de Química (como el estudio de ácidos y bases orgánicas) al tomar elementos lúdicos e implementarlos en situaciones concretas, generando autonomía y apropiación del conocimiento mientras se trabaja en equipo (Chans, 2021). La efectividad de estas estrategias no convencionales de enseñanza en el aprendizaje activo y memorable se encuentra ligada al propósito y administración correcta del dispositivo (Ramesh, 2019), así como al despertar de la motivación intrínseca del estudiante (Seaborn, 2015).

De esta manera, el accionar del equipo extensionista Química Orgánica en Acción (QUORA) procura establecer nuevos vínculos entre la Universidad y la Enseñanza Media, a fines de iniciar procesos de mejora en el aprendizaje de la Química a través de la transferencia de saberes y experiencias didácticas que emplean la combinación del laboratorio de Química con recursos y tecnologías innovadoras que, a futuro, signifiquen una mejora en la continuidad educativa y posterior transición a estudios superiores.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos generales

Trabajar colaborativamente entre la universidad y la escuela en la construcción y apropiación de conocimientos y saberes impartidos en la Enseñanza Media, y crear nuevos lazos que colaboren en la disminución de brechas educativas.

Fomentar el pensamiento crítico relacionado a la Química en la Educación Media desde una perspectiva actual para fortalecer la transición de los estudiantes a carreras científicas en el Nivel Superior.

2.2. Objetivos específicos

Abordar tópicos de Química Orgánica, con énfasis en aquellos específicos de la Química Orgánica en relación a las Ciencias Biológicas.

Proponer estrategias lúdicas e innovadoras, centradas en el estudiante, para el aprendizaje de las Ciencias Químicas.

Estimular el desarrollo asociado a la adquisición de competencias a través de la participación activa en la toma de decisiones y resolución en equipo de situaciones concretas vinculadas a la experimentación en Química.

Desarrollar la conceptualización en Química Orgánica y trasladar los conocimientos adquiridos, a través de la resolución de desafíos, a la experiencia práctica.

ISBN 978-987-47159-9-9

3. METODOLOGÍA

El accionar del equipo extensionista de QUORA comprendió la intervención desde el Nivel Superior hacia la Enseñanza Media. La conformación del equipo contempló estratégicamente a un profesional de las Ciencias Químicas como director, una profesional de las Ciencias Biológicas como codirector, una profesional de las Ciencias Agronómicas y tres estudiantes de licenciatura y profesorado de las Ciencias Biológicas como colaboradores participantes, presentando paridad de género.

La temática de trabajo propuesta se centró en las propiedades ácido-base en general, y en aquellas relacionadas a los compuestos orgánicos, en particular. Dentro de estos últimos, se seleccionaron a los α-aminoácidos por ser moléculas polifuncionales de comportamiento anfotérico en solución acuosa, donde el comportamiento ácido o básico se halla gobernado por la naturaleza del grupo radical sustituyente y el pH, y por vincular de manera integral a la Química y la Biología, formaciones de profesorado presentes en la universidad.

Se seleccionaron 4 (cuatro) cursos por un total de 90 estudiantes pertenecientes a 4 (cuatro) establecimientos educativos diferentes que manifestaron interés en la propuesta mediante nota formal de invitación, y que preferentemente contienen a la Química del Carbono por hallarse en el último año del esquema curricular previo al egreso. Dichos establecimientos pertenecientes a la provincia de Buenos Aires (Argentina) se corresponden con: el Colegio Jean Piaget (Institución 1), la Escuela de Enseñanza Secundaria Técnica N°1 Javier Tapié (Institución 2), el Colegio Los Tilos (Institución 3), y el Centro de Formación Rural Los Aromos (Institución 4).

La concreción de la Acción de Extensión se llevó a cabo a través de un encuentro presencial de aproximadamente 1 hora por institución educativa. La planificación de la actividad a desarrollar contempló una serie de pasos concatenados a resolver bajo la dinámica de *gamificación* o desafíos lúdicos, que tuvieron lugar en diferentes momentos de la experiencia y que permitieron la realización de la actividad propuesta (TABLA I).

TABLA I. *Metodología de gamificación propuesta para la acción extensionista.*

Secuencia didáctica	*Tiempo estimado (min)*	*Acción a desarrollar*	*Competencias generales*
Presentación	15	Presentación del equipo extensionista e introducción a conceptos generales de ácidos y bases de Brønsted-Lowry en compuestos orgánicos junto a las indicaciones del juego.	Competencias en ciencia. Competencias en comunicación lingüística.
Desafío I	5	Resolución del *Desafío I* a través de ensayos con indicadores ácido-base y selección de un compuesto orgánico (α-aminoácido) según el viraje del indicador elegido.	Competencias en ciencia. Competencia personal, social y de aprender a aprender.
Desafío II	10	Resolución del *Desafío II* mediante interacción con el compuesto orgánico (α-aminoácido) vinculado al *Desafío I* a través de Realidad Aumentada, reconocimiento de grupos funcionales y obtención de su fórmula molecular.	Competencias en ciencia y tecnología. Competencia digital. Competencia personal, social y de aprender a aprender.
Desafío III	15	Resolución del *Desafío III* por medición de pH y comparación con escala colorimétrica de una solución del compuesto orgánico (α-aminoácido) observado en el *Desafío II*.	Competencias en ciencia. Competencia personal, social y de aprender a aprender.
Cierre	15	Selección de un sobre según el pH obtenido en el *Desafío III*, obtención de premio simbólico, breve exposición grupal de los resultados obtenidos.	Competencias en ciencia. Competencias en comunicación lingüística.

ISBN 978-987-47159-9-9

En primer lugar, se presentó el equipo extensionista ante la institución y el curso, y seguidamente se explicaron los fundamentos de la Teoría ácido-base de Brønsted-Lowry aplicándola al caso particular de los *α*-aminoácidos, relacionando a esta familia de moléculas con las proteínas. Luego, se invitó al curso a formar tres equipos, los cuales recibieron las indicaciones del juego. Una vez comprendidas las consignas, procedieron a resolver el *Desafío I*, donde seleccionaron un Erlenmeyer por grupo conteniendo una solución acuosa de un indicador ácido-base en su forma ácida: naranja de metilo, verde de bromocresol o fenolftaleína, respetivamente. Procedieron a añadir NaOH diluido hasta viraje del indicador hacia su forma básica, y seleccionaron un sobre de papel cuyo color se corresponde con el color de viraje observado para el indicador escogido. Al abrir el sobre, cada grupo encontró un código QR con una consigna que inicia el *Desafío II*. En esta instancia, emplearon sus teléfonos inteligentes con conexión a la red de WiFi de la institución, escanearon el código QR e interactuaron mediante Realidad Aumentada con una molécula de un *α*-aminoácido ya sea de tipo ácido, neutro o básico según el sobre elegido en el desafío anterior: ácido aspártico, alanina o lisina, respectivamente. Cada grupo analizó la estructura química del *α*-aminoácido, reconoció sus grupos funcionales (ácido carboxílico y amina) por comparación con láminas a color de los grupos funcionales orgánicos diseñadas a tal fin, y obtuvieron las fórmulas moleculares de cada compuesto por rotación y recuento de sus átomos en la estructura tridimensional, cuyos colores siguen la representación de color CPK.

Obtenidas las fórmulas moleculares, procedieron a elegir una de tres cajas dispuestas en el espacio de trabajo y rotuladas con las fórmulas moleculares y grupos funcionales posibles: $C_4H_7NO_4$, $C_3H_7NO_2$ o $C_6H_{14}N_2O_2$, respectivamente. Al abrir las cajas, cada grupo encontró dentro el nombre químico del *α*-aminoácido observado en el desafío anterior, y un número representando a una gradilla con tres tubos de ensayo, dando lugar al inicio del *Desafío III*. En dicho desafío, los grupos retiraron la gradilla numerada y allí encontraron las instrucciones a seguir: en un tubo de ensayos colocaron agua destilada que acidularon con HCl diluido y unas gotas del indicador ácido-base elegido en el *Desafío I*, en otro tubo colocaron agua destilada que alcalinizaron con NaOH diluido y unas gotas del mismo indicador, y en el tercer tubo, conteniendo una muestra sólida del *α*-aminoácido observado en el *Desafío II* cuyo nombre obtuvieron en el *Desafío III*, agregaron agua destilada hasta disolver. Finalmente, midieron con tira reactiva el pH de la solución del *α*-aminoácido, a la que luego añadieron unas gotas del mismo indicador a fines de comparar su coloración con las formas ácida y básica del indicador en los dos tubos restantes, y así decidir la naturaleza química del compuesto disuelto: ácida, neutra o básica. Empleando sus mediciones experimentales, seleccionaron un sobre de papel con las leyendas de pH esperado. La apertura del sobre le otorgó a cada grupo una premiación simbólica consistente en papel impregnado con semillas de plantas autóctonas de la República Argentina. A modo de cierre de la actividad, se invitó a los equipos a describir lo observado en cada desafío, a pensar críticamente sobre los fenómenos químicos responsables de dicho cambios, a vincular las representaciones bidimensionales con sus representaciones espaciales observadas mediante RA, a interpretar los resultados de sus mediciones experimentales de pH, y a relacionar la presencia de los *α*-aminoácidos en sistemas biológicos como las plantas, que podrán plantar en sus casas gracias al premio recibido. El contacto con las instituciones se continuó a través de un perfil de red social creado para compartir imágenes del crecimiento de las plantas y de las actividades realizadas. Se entregó, por canales institucionales vía formulario online, una encuesta anónima para evaluar la experiencia de cada curso en la actividad desarrollada. La encuesta consistió en las siguientes preguntas que indagan sobre el estado de conocimiento del tema, la experiencia en RA y en RA vinculado a Química, el grado de ayuda en el aprendizaje, y la intención de regreso a la institución:

1) ¿Habías estudiado en clase contenidos relacionados a esta actividad? Sí/No
2) ¿Habías experimentado antes con Realidad Aumentada? Sí/No
3) ¿Habías empleado antes Realidad Aumentada para aprender Química? Sí/No
4) ¿Te ha ayudado esta actividad a comprender lo contenidos vistos en clase? Mucho/Bastante/Poco/No sabría decidir
5) ¿Quisieras que la Universidad visite tu escuela nuevamente? Sí/No
6) Describe brevemente tu experiencia en la actividad QUORA.

ISBN 978-987-47159-9-9

4. RESULTADOS

Las actividades desarrolladas en el accionar extensionista arrojaron los siguientes resultados en la encuesta anónima realizada (TABLA II):

TABLA II. *Porcentajes obtenidos de las variables evaluadas por encuesta anónima al cuerpo estudiantil sobre el accionar extensionista para cada institución educativa y sobre el total.*

Variable		*Porcentaje (%)*				
		Institución 1	*Institución 2*	*Institución 3*	*Institución 4*	*Total*
Conocía el tema		91,7	100	63,2	88,9	79,5
Experiencia en RA		33,3	25	47,4	22,2	36,4
Experiencia en RA para Química		0,0	25	5,3	0,0	4,5
Grado de ayuda en el aprendizaje	Mucho	25,0	50,0	31,6	66,7	38,6
	Bastante	58,3	50,0	52,6	33,3	50,0
	Poco	8,3	0,0	10,5	0,0	6,8
	No sabría decidir	8,3	0,0	5,3	0,0	4,5
Intención de regreso		100	100	100	100	100

Se observa en la TABLA II que los contenidos de la actividad realizada eran conocidos por el 79,5% del total de los estudiantes encuestados (siendo completamente conocido por el curso de escuela técnica), y que el 88,6% de los mismos consideró que dicha actividad ha colaborado entre *bastante* (50%) y *mucho* (38,6%) en su aprendizaje, generando una intención de regreso del 100% en todas las instituciones visitadas. Por otro lado, se observa que el 36,4% del total presentó experiencia en el uso de recursos de realidad aumentada, de los cuales el 4,5% está vinculado a la Química (FIGURA 1a).

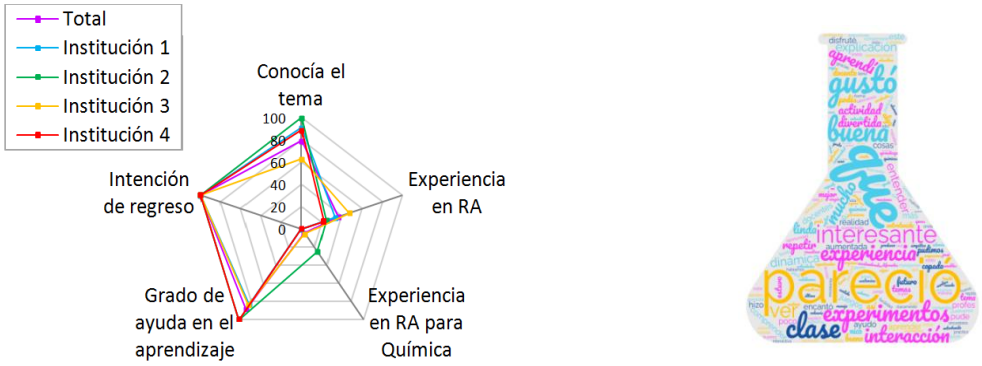


FIGURA 1. (a) *Gráfico radial obtenido a través de encuesta anónima al cuerpo estudiantil de cada institución educativa sobre la experiencia en la actividad propuesta, en porcentajes.* **(b)** *Nube de palabras creada a partir de las respuestas de la población estudiantil encuestada acerca de su experiencia en la actividad desarrollada.*

Respecto a la descripción de la experiencia en la actividad QUORA, se presentan en forma de nube de palabras las respuestas del total de la población estudiantil encuestada (FIGURA 1b). Se observa que las palabras *aprendí, buena, clase, dinámica, entender, experiencia, experimentos, gustó, interacción, interesante, repetir, ver* destacan dentro de la nube, acorde a la frecuencia de las mismas.

5. CONCLUSIONES

El accionar extensionista QUORA ha demostrado ser pertinente en contenidos y ha contribuido positivamente en el aprendizaje de la población estudiantil, generando intención de regreso en todas las instituciones educativas.

Las actividades desarrolladas por QUORA bajo el concepto de *gamificación* se han destacado por su dinámica, sus experimentos y el uso de una tecnología innovadora en el ámbito educativo analizado. La combinación de experimentos ácido-base en compuestos orgánicos con Realidad Aumentada en los desafíos a resolver brindó la posibilidad de integrar los conceptos referidos al tema con los resultados obtenidos a través de los ensayos y de la experiencia inmersiva a través de la decisión pedagógica de incorporación de un dispositivo electrónico en el aula.

La encuesta realizada demostró que las herramientas de Realidad Aumentada han sido poco exploradas por los estudiantes en general, en detrimento de su aplicación a la Química, en particular. Dicho resultado convierte a QUORA en una acción de extensión universitaria innovadora para las instituciones visitadas, abriendo la puerta a la incorporación de tecnologías disruptivas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química.

Se considera a futuro que la plataforma de *gamificació*n diseñada mediante la combinación de experimentos y tecnologías emergentes puede ser adaptada acorde a las diferentes áreas temáticas de la Química, otorgando versatilidad en la presentación de diferentes propuestas educativas tanto para nivel Secundario, Técnico como Superior.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Departamento de Extensión (UNLu) por la financiación de la acción extensionista RESHCS-LUJ:0000752-23 en el marco del cual se realizó este trabajo, a Orgoly LLC (USA) y MyWebAR por las herramientas de realidad aumentada utilizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*, *51*(1), 1–15. https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400

Chans, G.M., Portuguez Castro, M. (2021). Gamification as a Strategy to Increase Motivation and Engagement in Higher Education Chemistry Students. *Computers, 10*(10), 1-24. https://doi.org/10.3390/computers10100132

Gilbert, J. K., Afonso, A. S. (2015). Lifelong Learning: Approaches to Increasing the Understanding of Chemistry by Everybody. En Javier García-Martínez, Elena Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends* (pp. 123–148). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. https://doi.org/10.1002/9783527679300.ch6

Lasica, I-E., Katzis, K., Meletiou-Mavrotheris, M., Dimopoulos, C. (2017). Augmented Reality in Laboratory-based Education: Could it change the way students decide about their future studies? *IEEE Global Engineering Education Conference* (EDUCON), Athens, Greece (pp. 1473-1476). https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7943042

Ramesh, A., Sadashiv, G. (2019). Essentials of Gamification in Education: A Game-Based Learning. En Chakrabarti, A. (Ed.), *Research into Design for a Connected World*. (pp. 975-988). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5977-4_81

Seaborn, K., Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies, 74*, 14–31. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.006

Tsai, C.-Y., Ho, Y.-C., Nisar, H. (2021). Design and Validation of a Virtual Chemical Laboratory—An Example of Natural Science in Elementary Education. *Applied Sciences, 11*(21), 1-21. https://doi.org/10.3390/app112110070

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1s05IvpDCwsq94SqoGLjOfbfuqrA9CejU/view

ISBN 978-987-47159-9-9

HACIA LA PROFESIONALIZACIÓN REFLEXIVA: EXPLORANDO EL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE EN ESTUDIANTES DE PROFESORADOS DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

María Basilisa García

Departamento de Educación Científica (DEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
bagarcia@mdp.edu.ar

María Fernanda Echeverría

Departamento de Educación Científica (DEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
mafernandaecheverria@gmail.com

Mara Yanina Martínez

Departamento de Educación Científica (DEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
maramartinez@mdp.edu.ar

Resumen

Este trabajo investiga el desarrollo del Conocimiento Profesional Docente (CPD) en estudiantes de profesorados de Ciencias Exactas y Naturales, utilizando el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD). Se analizan las dinámicas de cambio en el CPD y los escenarios que las promueven, a través de un estudio de casos con enfoque interpretativo. Se recolectan datos de documentos elaborados por los estudiantes, cuestionarios y entrevistas en profundidad. El análisis de contenido revela que las prácticas reflexivas promueven un desarrollo progresivo en el CPD, con cambios en los saberes, creencias y acciones de los estudiantes. Se identifican cambios en los diferentes componentes del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK), especialmente en el conocimiento del contenido, de los estudiantes, del currículo y de las estrategias de enseñanza. Los foros de intercambio, los portafolios reflexivos y las intervenciones en el aula son los dispositivos que más promueven la reflexión y el desarrollo del CPD. La investigación evidencia la importancia de la reflexión en la formación inicial de profesores de ciencias, sugiriendo la necesidad de incorporar prácticas reflexivas, trabajo colaborativo, y fortalecer la formación en transposición didáctica y evaluación.

Palabras clave: *Conocimiento Profesional Docente (CPD); prácticas reflexivas; profesorados de Ciencias Exactas y Naturales; estrategias de enseñanza; trabajo colaborativo*

1. INTRODUCCIÓN

La formación de profesores de ciencias enfrenta un desafío constante: preparar profesionales capaces de enseñar de manera efectiva, crítica y reflexiva. Este trabajo se centra en el desarrollo del Conocimiento Profesional Docente (CPD) en estudiantes de profesorados de Ciencias Exactas y Naturales, explorando cómo las prácticas reflexivas promueven la transformación de sus saberes, creencias y acciones. Nos basamos en el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD) para analizar las dinámicas de cambio en el CPD, reconociendo la interrelación y leyendo estos cambios desde el Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK), el Conocimiento Pedagógico General (GPK) y el Conocimiento del Contexto (CK). A través de un estudio de casos con enfoque interpretativo, analizamos datos de documentos, cuestionarios y entrevistas en profundidad, buscando comprender cómo los futuros docentes construyen y desarrollan su conocimiento profesional a lo largo de la formación.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. MARCO TEÓRICO

La enseñanza de las ciencias exige un profesorado capaz de integrar conocimientos: disciplinares, pedagógicos, experienciales y contextuales para promover la comprensión profunda de los conceptos científicos y el desarrollo de competencias en los estudiantes (Martín, Martinez y García, 2024). Este proceso de enseñanza y de aprendizaje requiere de un conocimiento específico que va más allá del dominio de la materia, denominado Conocimiento Profesional Docente (CPD). El CPD se define, entonces, como "el conjunto de saberes, creencias, acciones y/o actitudes esenciales para la reflexión, la planificación y la práctica profesional adecuada" (Day, 2005, p. 12). Es un conocimiento dinámico y complejo que se construye y transforma a través de la experiencia, la reflexión, la autorregulación y la interacción con el contexto educativo (Shulman, 1987; Martín et al, 2024).

Para comprender el CPD, diversos autores han propuesto modelos que identifican diferentes componentes claves. Uno de los más influyentes es el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD) de Clarke & Hollingsworth (2002), que considera tres tipos de conocimiento interrelacionados:

- ***Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK):*** Shulman (1987) define el PCK como "el conocimiento que transforma el contenido disciplinar en algo que puede ser enseñado y aprendido". Este componente integra el conocimiento disciplinar específico con el conocimiento pedagógico, incluyendo estrategias de enseñanza, representaciones, evaluaciones y comprensión de las ideas previas de los estudiantes (Park & Oliver, 2008).
- **Conocimiento Pedagógico General (GPK):** Se refiere a los conocimientos y habilidades pedagógicas que se aplican a diferentes áreas del conocimiento. Incluye la comprensión de los procesos de aprendizaje, la gestión del aula, la planificación de la enseñanza, la evaluación del aprendizaje y la comunicación efectiva (Darling-Hammond, 2000).
- **Conocimiento del Contexto (CK):** Comprende el conocimiento sobre el contexto educativo, social y cultural en el que se desarrolla la práctica docente. Incluye la comprensión de las políticas educativas, las características de la comunidad, las necesidades de los estudiantes y los recursos disponibles (Cochran-Smith & Lytle, 1999).

El desafío de la formación de profesores reside en desarrollar el CPD dado que no es un recorrido lineal, sino que implica un proceso constante de aprendizaje y cambio. La reflexión juega un papel fundamental en este proceso, permitiendo a los docentes analizar sus prácticas, identificar sus fortalezas y debilidades, y ajustar sus estrategias de enseñanza (Schön, 1987) durante su formación y también su recorrido profesional. La reflexión se entiende como un "examen activo, persistente y cuidadoso de toda creencia o supuesta forma de conocimiento a la luz de los fundamentos que la sostienen y las conclusiones a las que tiende" (Dewey, 1989, p. 25). En esta línea, Perrenoud (1995) propone la FIGURA del "practicante reflexivo" como un modelo ideal de docente, capaz de integrar la teoría y la práctica a través de la reflexión crítica. Este tipo de reflexión permite a los docentes "extender las bases científicas de la práctica" (Perrenoud, 1995, p. 12), buscando la racionalidad científica y la práctica reflexiva como dos caras de la misma moneda. Según Marcelo y Vaillant (2009) y Perrenoud (2010), entre otros investigadores, poner en juego estos procesos requiere formar profesores en ambientes de aprendizaje que favorezcan la reflexión sobre sus propias concepciones y prácticas. En función de esto, el desarrollo de prácticas reflexivas que formen profesionales capaces de investigar su enseñanza y pensar críticamente sobre su trabajo (Doyle, 1990) se vuelve una dimensión central en la formación docente,particularmente en el desarrollo de su Conocimiento profesional.

2.1. La Formación Inicial como Espacio para el Desarrollo del CPD:

La formación inicial de profesores es un espacio fundamental para el desarrollo del CPD, ya que proporciona las herramientas y el conocimiento necesario para la práctica docente. Sin embargo, la formación tradicional, basada en la transmisión de conocimientos, ha sido criticada por no preparar adecuadamente a los futuros docentes para los desafíos de la práctica (Cochran-Smith & Lytle, 1999). Existen diferentes enfoques en la formación inicial que buscan promover el desarrollo del CPD. El **enfoque práctico** se basa en la experiencia en el aula, con el objetivo de que los estudiantes pongan en práctica los conocimientos adquiridos en el contexto real de la enseñanza. El **enfoque reflexivo**, el cual promueve la reflexión crítica sobre la práctica docente, buscando que los estudiantes analicen sus acciones, identifiquen sus fortalezas y debilidades, y busquen nuevas

ISBN 978-987-47159-9-9

formas de actuar. Y por último el **enfoque colaborativo,** que fomenta el trabajo en equipo y el intercambio de experiencias entre los estudiantes, permitiendo la construcción colectiva del conocimiento profesional.
Desde nuestro punto de vista, consideramos a las prácticas reflexivas como un modelo formativo que además de ahondar "en el conocimiento de la materia, la didáctica y la pedagogía, pretende también que el profesorado sea capaz de auto formarse al convertir la reflexión en y sobre la práctica en un hábito consciente que se integra en la actividad diaria" (Domingo Seres, 2014, p. 90).

2.2. Desafíos para el desarrollo del CPD:

La investigación actual en formación de profesores de ciencias enfatiza la importancia de integrar los diferentes componentes del CPD para mejorar la calidad de la enseñanza. A pesar de la importancia del CPD, existen varios desafíos para su desarrollo en la formación inicial de profesores de ciencias:

- **Escasa atención a la reflexión:** En muchos casos, la formación inicial se centra en la transmisión de conocimientos, sin dedicar suficiente tiempo a la práctica reflexiva.
- **Dificultades para integrar el conocimiento:** A menudo, los estudiantes no logran integrar los diferentes componentes del CPD en su práctica docente.
- **Falta de experiencias prácticas:** En algunos casos, la formación inicial no ofrece suficientes oportunidades de práctica en el aula para que los estudiantes desarrollen su CPD.

Las investigaciones de Loughran (2006) y Park & Oliver (2008) muestran que el PCK es fundamental para la enseñanza efectiva, pero que su desarrollo se ve facilitado por la integración con el GPK y el CK.

En función de lo expuesto, el presente trabajo busca estudiar las dinámicas de cambios en el Conocimiento Profesional y los escenarios que las promueven, en estudiantes de profesorados de Ciencias Exactas y Naturales, cuando participan de prácticas reflexivas.

3. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de casos múltiples con un enfoque interpretativo. Los participantes fueron estudiantes de diferentes profesorados de Ciencias Exactas y Naturales (Física, Química y Biología) que cursaban asignaturas de los campos de Formación General, Formación Pedagógica y Formación Práctica. Para poder abordar el objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos particulares:

1. Identificar y describir los cambios en el Conocimiento Profesional Docente de los estudiantes de profesorado que se evidencian a través de la utilización del MICPD, durante diferentes etapas de la formación inicial.
2. Analizar los cambios reconocidos por los estudiantes desde el marco del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK), para comprender cómo se desarrollan sus capacidades para enseñar un contenido disciplinar específico.
3. Investigar los dispositivos utilizados en la propuesta de formación docente que promueven cambios en el Conocimiento Profesional Docente de los estudiantes. Se analizaron las prácticas reflexivas, los espacios de socialización, las estrategias de retroalimentación y las herramientas de enseñanza que se implementan en la formación inicial, para determinar su impacto en el desarrollo del CPD. Se buscó identificar los dispositivos más efectivos para promover la reflexión, la integración de conocimientos y la construcción de un saber profesional más sólido.

3.1. Recolección de datos

Se utilizaron los siguientes documentos elaborados por los estudiantes que se asumieron como objeto de investigación: registros de observación, transcripciones de clases, diarios de clase, portafolios reflexivos, actividades de seminarios, documentos de foros y autobiografías escolares. A su vez, se recolectó información por medio del cuestionario "Representación del contenido" (Reco) (Loughran; Mulhall y Berry, 2004) junto con otros elaborados específicamente para esta investigación y protocolos para entrevistas en profundidad.

3.2. Diseños

ISBN 978-987-47159-9-9

Se diseñaron diferentes estudios (12) de manera tal de explorar los cambios en el CPD de los docentes. En la FIGURA 1 presentamos un esquema de los más relevantes llevados a cabo.

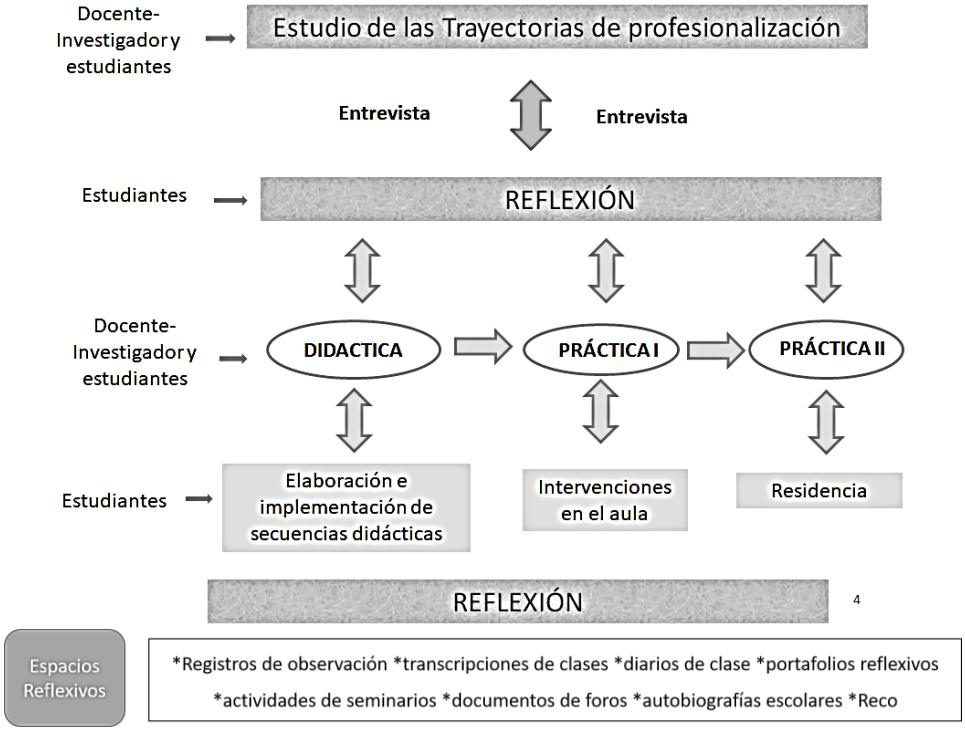


FIGURA 1. *Diagrama de obtención de datos para cada asignatura.*

3.3. Análisis de datos

Se realizó un análisis de contenido de los documentos y transcripciones, utilizando un proceso de codificación y categorización. Se identificaron patrones y divergencias en las reflexiones de los estudiantes, y se analizaron en relación al marco teórico del MICPD y el PCK. para cada objetivo, la categorización fue: Objetivo específico 1: categorización deductiva (identificación de cambios). Objetivo específico 2: categorización deductiva e inductiva (lecturas de cambios desde el PCK).

3. RESULTADOS

En esta oportunidad se presentan los resultados asociados al objetivo 1 y 2.

3.1. Objetivo 1: Cambios en el Conocimiento Profesional Docente.

Se buscó analizar cómo los estudiantes integran el PCK, GPK y CK en su práctica docente, y cómo se transforma su conocimiento a lo largo del proceso formativo. En la FIGURA 2 se presentan, a modo de ejemplo, los resultados de cuatro estudios de casos de diferentes estudiantes, abordando temas de química y física en distintas etapas de la formación.

Un recorrido por la FIGURA 2 de izquierda a derecha permite ver que los estudiantes mostraron un desarrollo progresivo en su CPD a lo largo de la formación, evidenciado en cambios en sus saberes, creencias y acciones a medida que transitan los espacios de práctica. Los espacios de socialización e intercambio entre pares concretados durante la residencia fueron especialmente relevantes para el desarrollo del CPD. Las prácticas reflexivas promovieron la integración de los diferentes tipos de conocimiento y la construcción de un saber profesional más complejo y situado. Como síntesis de estos resultados se destaca la necesidad de diseñar más espacios de práctica con trabajo entre pares y espacios para la discusión.

ISBN 978-987-47159-9-9

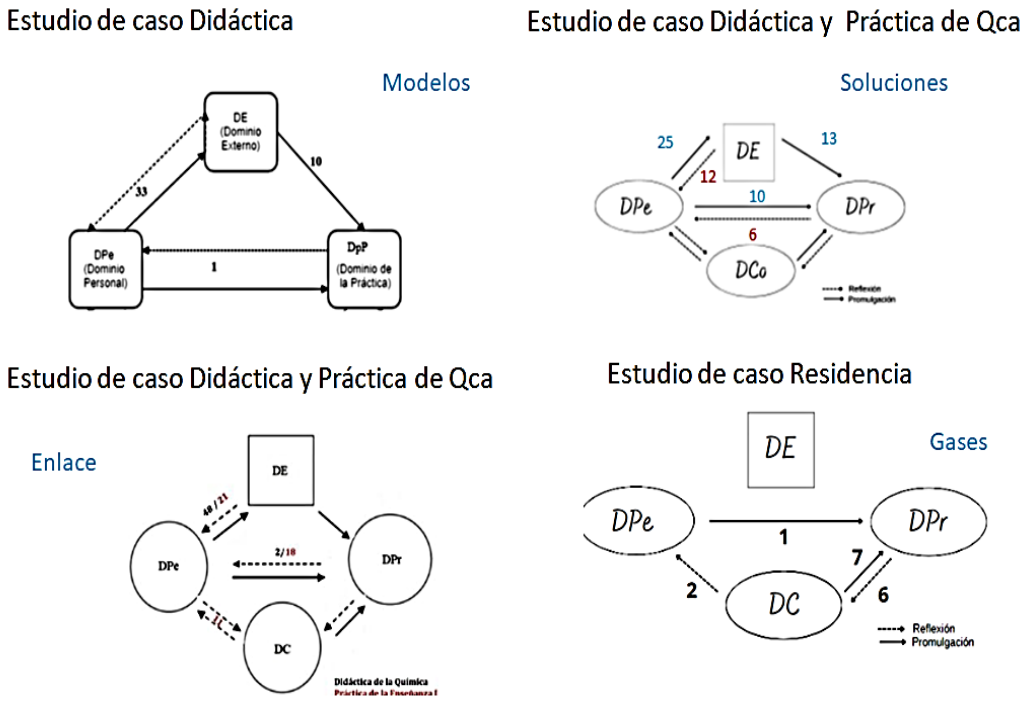


FIGURA 2. *Pictogramas representando los cambios evidenciados en el CPD de cuatro estudiantes al reflexionar sobre los contenidos: modelos en científicos, soluciones, enlaces y gases.*

3.2. Objetivo 2: Cambios en el Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK).

Se buscó identificar cómo se transforma el conocimiento disciplinar y pedagógico de los estudiantes, incluyendo su comprensión de las ideas previas, estrategias de enseñanza, representaciones, evaluaciones y recursos didácticos. Se exploraron fortalezas y debilidades en los diferentes componentes del PCK, y cómo los estudiantes las abordan. En la FIGURA 3 se presentan, a modo de ejemplo, los resultados de tres estudios de casos de diferentes estudiantes, abordando temas de química y física en distintas etapas de la formación en las asignaturas Didáctica y Práctica (D y P).

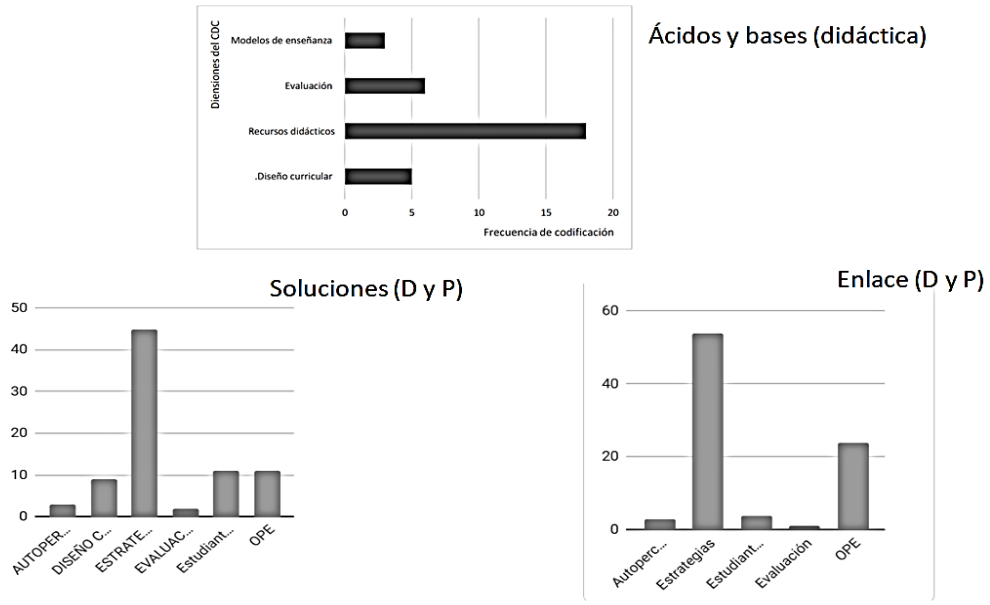


FIGURA 3. *Resultados de tres trabajos donde se evidencian los dominios del PCK que reflejan cambios en los estudiantes.*

Se puede observar que se identificaron cambios en los diferentes componentes del PCK, como el conocimiento del contenido, el conocimiento de los estudiantes, el conocimiento del currículo y el conocimiento de las estrategias de enseñanza. Estos cambios en el PCK fueron idiosincrásicos, es decir, variaron según las características individuales de los estudiantes, sus experiencias previas y el contexto de formación. Por otro lado, el análisis completo de los 12 casos estudiados permitió ver que se observaron dificultades en la transposición didáctica y la evaluación, lo que sugiere la necesidad de fortalecer la formación en estas áreas.

Los resultados obtenidos del abordaje de ambos contenidos confirman la importancia de la reflexión en el desarrollo del CPD. Las prácticas reflexivas permitieron a los estudiantes analizar sus propias creencias y acciones, identificar sus fortalezas y debilidades, y construir un saber profesional más crítico y situado.

4. CONCLUSIONES

Estos resultados, por un lado, aportan evidencia empírica a la caracterización del pensamiento del profesor como un conocimiento particular, práctico y fundamentado (Porlán, Martín del Pozo, Rivero, Harres, Azcarate, & Pizzato, 2010), es decir, como un conocimiento construido sobre y a partir de la reflexión sobre la propia práctica y remarcan la necesidad de plantear diseños curriculares para la formación de profesores que amplíen los espacios de formación que involucran el aula. Los espacios de socialización, la retroalimentación formativa y la coherencia sistémica en el diseño curricular son claves para promover el desarrollo de la capacidad reflexiva. Nuestras futuras investigaciones apuntan a profundizar en el estudio de las trayectorias individuales de desarrollo del CPD, así como en la identificación de las estrategias de enseñanza más efectivas para promover la reflexión en los estudiantes de profesorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cochran-Smith, M., & Lytle, S. L. (1999). Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities. *Review of Research in Education*, *24*, 249-305.

Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). *The role of subject matter knowledge in teaching*. *International Journal of Science Education*, *24*(1), 943-958.

Darling-Hammond, L. (2000). Teacher quality and student achievement: A review of state policy. *Education Policy Analysis Archives*, *8*(1), 1-104.

Day, C. (2005). *The development of teachers*. Routledge.

Dewey, J. (1989). *How we think*. D. C. Heath & Company.

Loughran, J. (2006). Developing a pedagogy of content and curriculum: A model for the professional learning of teachers. *Educational Research, 48*(3), 225-240.

Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of research in science teaching*, *41*(4), 370-391.

Martin, S. S., Martinez, M. Y., & García, M. B. (2024). A metacognição na construção do conhecimento profissional docente durante a formação inicial docente: o modelo “casa do caracol”. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo Entre As Ciências, 13*(01), 350-364.

Park, S., & Oliver, J. S. (2008). *Understanding the nature of teachers’ pedagogical content knowledge for the teaching of science*. *International Journal of Science Education*, *30*(14), 1885-1903.

Perrenoud, P. (1995). *Construire des compétences dès l’école*. *Hatier*.

Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner*. Jossey-Bass.

Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. *Harvard Educational Review*, *57*(1), 1-22.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1m6-xyGmDuy3SmPL_V2DEDMxSu54BrgRt/view

ISBN 978-987-47159-9-9

PROPUESTA Y DESARROLLO DE UN TALLER PARA EL RECICLADO Y LA REVALORIZACIÓN DE ACEITE DE COCINA USADO EN FRITURAS

Silvana Raquel Matkovic

Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas "Dr. Jorge J. Ronco" (CINDECA)-CONICET, CICpBA, UNLP, Calle 47, No 257, B1900AJK, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
matkovic@quimica.unlp.edu.ar

Resumen

La naturaleza del aceite comestible utilizado en frituras hace que la inadecuada disposición del residuo produzca un gran impacto a nivel medioambiental. En el marco de concientización acerca dicha problemática, nos acercamos a estudiantes de distintos niveles educativos tanto primario, secundario y universitario, así como a público en general. El desarrollo del trabajo presentado se realiza en el contexto de un grupo de Extensión Universitaria. Se propone un modelo de economía circular, de forma que el aceite reciclado es colocado nuevamente en el circuito productivo mediante la generación de un producto de valor a partir de dicho residuo. El objetivo se logra mediante la fabricación de velas donde su componente mayoritario es el desecho del aceite usado en frituras. Adicionalmente, en el contexto del taller, se realiza la divulgación acerca de la problemática de si el aceite que utilizamos para cocinar, puede considerarse riesgoso desde el punto de la contaminación ambiental que puede generar; así mismo, se indagan preconceptos al respecto de cómo debe disponerse el aceite, se plantea la correcta disposición de dichos residuos, se informa acerca de puntos de acopio, se debate acerca del reciclado del aceite usado como fuente de energía y distintos métodos de reciclado.

Palabras clave: *reciclado; aceite; velas; medioambiente; economía circular.*

1. INTRODUCCIÓN

La fritura es una forma de cocción sumamente difundida, da a los alimentos ciertas características organolépticas que no se logran con otro tipo de cocción. Así mismo es uno de los métodos de cocción más simples. Consiste en calentar aceite o grasa comestible entre 160 y 180°C e introducir el alimento para su cocción. Este método se caracteriza por formar una "costra" en la superficie del alimento y generar un sabor característico agradable (Suaterna Hurtado, 2008). Uno de los requisitos del aceite de cocina es que sea estable en las condiciones verdaderamente extremas de fritura por inmersión, esto es, altas temperaturas y humedad. El agua, que es aportada por los alimentos que se fríen en el aceite, genera la hidrolisis de los aceites y produce ácidos grasos durante el calentamiento. Esta hidrólisis genera un aceite de baja calidad con un punto de humo más bajo, un color más oscuro y un sabor alterado. Durante el calentamiento, los aceites también polimerizan, generando un aceite viscoso que se absorbe fácilmente por los alimentos y que genera un producto grasiento (FAO-OMS, 1993). Por estas razones el aceite para frituras tiene un tiempo de vida útil luego de lo cual ya no es recomendable seguir utilizándolo, ya que deja de ser un alimento que genere productos sabrosos y saludables.

Una vez finalizado el ciclo de vida útil del aceite usado para fritura, nos encontramos frente a la problemática al respecto de su descarte. Esto es debido a que desechar de forma inadecuada el aceite de cocina, por ejemplo, tirarlo por el fregadero o lugares donde el mismo pase por cañerías para llegar a cuerpos de agua, puede tener consecuencias a gran escala ya que se convierte en un agente altamente contaminante para el medio ambiente, puede generar problemas en las cañerías domésticas y dificultar y aumentar el costo de la potabilización del agua. El aceite y el agua son inmiscibles. Es decir, no se mezclan. Al entrar en contacto, se crea una película o fase oleosa. Cuando esto sucede en lagos, ríos o canales, dificulta el intercambio gaseoso entre la atmósfera y el agua, por lo cual disminuye la disponibilidad de oxígeno en el agua. Por otro lado, desecharlo en la tierra tampoco es una buena idea. Dado que el aceite genera problemas en la oxigenación de la tierra, dificulta la circulación del agua y hace que la tierra deje de ser adecuada para el crecimiento. En última instancia, puede filtrarse y contaminar fuentes de agua subterráneas. A nivel doméstico, al desechar el aceite o las sustancias

ISBN 978-987-47159-9-9

grasas por el fregadero, el producto entra en contacto con otras sustancias que circulan por las cañerías y generan un material sólido denominado 'bolas de grasa' que producen obstrucciones y graves problemas de taponamiento. En tanto, el aceite que continúa el recorrido hasta desembocar en la red de alcantarillado contamina los acuíferos. Además, absorbe radiación solar, lo que se traduce en daños a la flora y la fauna de los ecosistemas acuáticos. Si el aceite mal desechado entra en contacto con los peces, puede adherirse a sus branquias y producirles la muerte. (National Geographic Latinoamérica, 2024). A fin de evitar el impacto medioambiental del residuo graso generado, nos vemos en la necesidad de repensar de qué manera trataremos ese desecho. Una forma de abordar el problema podría ser el pensar en el reciclado del mismo.

El debate sobre el reciclaje es más amplio y complejo de lo que a simple vista puede parecer. En tiempos de crisis climática y ambiental, muchos especialistas consideran que es importante asumir un abordaje integral: la llamada economía circular. Reciclar es, estrictamente, un proceso de transformación que utiliza varias técnicas, tanto físicas, como químicas y mecánicas, para obtener nuevos materiales o nuevas materias primas a partir de materiales que han sido usados, es decir, que han sido desechados; reciclar no es lo mismo que recuperar: cuando se separan los residuos en origen a distintas escalas, y por ende se recupera, no necesariamente significa que todos esos materiales se vayan a reciclar, ya que para que esto ocurra se requiere un proceso de transformación que reintroduzca esos productos en el circuito productivo (National Geographic Latinoamérica, 2023).

El objetivo de la economía circular es preservar el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, evitando enviar de regreso a la naturaleza la mayor cantidad de desechos que sea posible y logrando que estos se reintegren al sistema productivo para su reutilización. De esta forma, se reduce la generación de residuos al mínimo y se cierra su ciclo de vida, de modo tal que los residuos no sean vistos como desechos sino como recursos (Miguel et al., 2021).

La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende. En la práctica, implica reducir los residuos al mínimo. Cuando un producto llega al final de su vida, sus materiales se mantienen dentro de la economía siempre que sea posible gracias al reciclaje. Estos pueden ser productivamente utilizados una y otra vez, creando así un valor adicional (FIGURA 1; Parlamento Europeo, 2023).



FIGURA 1. *Modelo de economía circular. Fuente: Servicio de Investigación del Parlamento Europeo.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Una vez introducido el tema sobre el cual estamos trabajando se puede indicar que la presentación de este trabajo de Extensión Universitaria que se desarrolla en el contexto del grupo de extensión *Revalorización de Aceites y Grasas Comestible de Desecho* que forma parte del Programa de Extensión de Alimentos y Salud (PEAS) de la Secretaría de Extensión Universitaria de la Facultad de Ciencias exactas de la Universidad Nacional de La Plata UNLP en conjunto con el Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas *Dr. J.J. Ronco* (CINDECA- CONICET- UNLP- CICpBA).

El trabajo del grupo tiene como objetivo la divulgación, concientización, y desarrollo de un taller de reciclado y revalorización de un desecho graso de uso común en nuestros hogares. Cabe destacar que, aunque existen distintos caminos de reciclado, en este trabajo presentaremos una propuesta de un taller para fabricación de velas a partir de aceite de cocina usado en cocción. Esto se presenta como una opción sencilla y segura para el reciclado en el caso de tener pequeñas cantidades de aceite para desechar que es lo que ocurre generalmente en el ámbito doméstico. Puede implementarse en los distintos niveles educativos, tanto primario, secundario y universitario, así como en cooperativas o para público en general. Adicionalmente, el grupo de extensión universitaria antes nombrado realiza actividades en territorio de divulgación, concientización acerca de la problemática que genera este tipo de residuos grasos y se tratan temáticas como reciclaje, recuperación y economía circular.

2. MATERIALES Y METODOLOGÍA

2.1. Materiales

Los materiales básicos necesarios a fin de realizar las velas para reciclar son: Aceite usado en fritura filtrado a fin de remover restos de comida, cera, colorante para vela, esencia para vela, moldes, mechas o pabilos, varillas, portamechas o soportes para mechas, una balanza de cocina para poder pesar el aceite y la cera (ver FIGURA 2). Es importante recordar que estas velas son velas de vaso; o denominadas como “velas de noche”. Las mismas no se desmoldan, deben prepararse en un molde y mantenerse en el mismo mientras se usan, ya que pasan a estado líquido al estar encendidas por su bajo punto de fusión. Es destacable que las velas que conseguimos tienen una larga duración, por lo tanto, un alto rendimiento.



FIGURA 2. *Materiales necesarios para la fabricación de las velas.*

Hay muchas formas de formular mezclas para producir velas, ya que puede variarse la cera que se utiliza, así como los colorantes y aromas, en el caso de las velas que desarrollamos en el grupo, ensayamos diferentes ceras, evitando los materiales derivados de combustibles fósiles, y buscamos una combinación tal que se pueda contener la mayor parte de aceite a reciclar, al respecto de la cera. Hay que tener en cuenta que al mezclar el aceite con la cera el punto de solidificación de la misma bajará por lo cual hay que tener en cuenta que al enfriar a temperatura ambiente la vela quede sólida.

La propuesta desarrollada por el grupo, puede generar distintos tipos de velas de acuerdo a la esencia y el colorante que se use. Presentaremos a modo de ejemplo la generación de velas de eucalipto, en este caso los moldes que usamos son los típicos por ejemplo de velas de noche (Ver FIGURA 3).

ISBN 978-987-47159-9-9

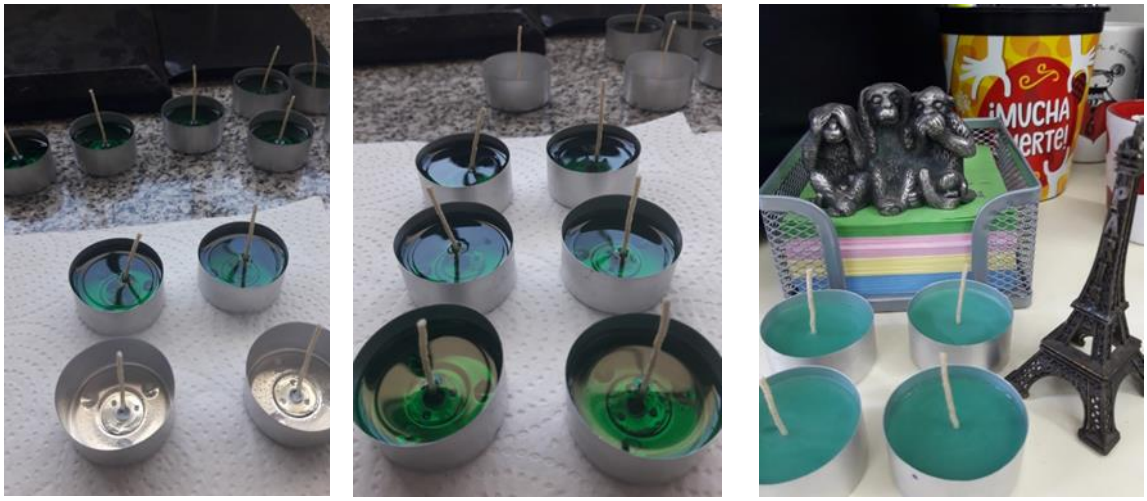


FIGURA 3. *Armado de las velas de reciclado de aceite de eucalipto. Modelo tipo "vela de noche".*

Se presenta a modo de ejemplo las cantidades de materiales básicos para la preparación de velas, para realizar un taller en un aula o bien para público en general, donde se utilizan cantidades con las que pueda trabajarse en lugares que no cuenten con las facilidades que puede tener un laboratorio o una cocina. En el caso de querer producir mayor cantidad o tener más aceite para reciclar se pueden aplicar las proporciones de los componentes (Aceite/estearina en relación en peso de 1.5)

2.1. Materiales requeridos para velas de eucalipto

- 72 g de aceite usado
- 48 g de estearina
- aceite esencial de eucalipto (30 gotas)
- colorante sólido
- 10 moldes de 12 mL
- mechas y portamechas
- frascos y varillas
- ollas o recipientes para realizar el calentamiento en baño de agua

A estos componentes básicos, hay que sumarle una balanza de cocina y un medio para poder fundir la estearina y calentar el aceite, es importante remarcar que tanto la cera como el aceite pueden incendiarse al estar en contacto directo con el fuego por lo cual es importante realizar el proceso en baño de agua (baño María).

2.2. Metodología

Para preparar el receptáculo para la vela en principio se coloca la mecha en cada porta mecha ajustando con una pinza. Se disponen los porta mechas con mecha en los moldes. A fin de preparar la vela se procede a fundir la cera con cuidado a baño maría. Se coloca también el aceite utilizar aceite filtrado sin resto de alimentos a baño maría para que esté a la misma temperatura que la cera. Hay que tener cuidado con el aceite y la cera ya que si entran en contacto con el fuego de forma directa pueden prenderse fuego, por ello como forma de realizarlo de manera segura se hace en baño de agua, esto también nos asegura un calentamiento adecuado sin necesidad de usar un termómetro. La forma de agregar el colorante sólido, es disolver el mismo en un poco de aceite para ayudar su dispersión final en el aceite. Seguidamente vertemos la cera en el aceite. Hay que tener en cuenta que el color que tendrá la vela es un poco más claro que el color que se ve al disolverlo en la mezcla del aceite y la cera caliente. El agregado de esencia se realiza cuando la mezcla se enfría un poco, a fin de que se incorpore en la mezcla y no se evapore. Mezclamos un poquito los componentes y ya podemos rellenar los moldes que contienen los porta mecha con mechas. Asegurarse de que no se doble la mecha. Si nos pasa que la

ISBN 978-987-47159-9-9

mecha no se aguanta recta porque aún está muy líquida la vela, podemos sujetarla con unos palitos de madera, cinta o lo que tengamos a mano. Dejamos reposar hasta que se solidifiquen por completo. Una vez estén endurecidas nuestras velas, si fuera necesario cortamos con una tijera la mecha sobrante. ¡Y listo, a disfrutar de nuestras velas!

Por otro lado, a fin de poder recuperar otros materiales que pueden encontrarse en nuestras casas, se pueden utilizar como recipientes para las velas, latas o frascos que ya hayan cumplido su función y sean adecuados e interesantes para reciclar (ver FIGURA 4).

Así mismo se puede utilizar la imaginación y métodos artísticos para decorar los recipientes que contienen las velas obtenidas y así dar un valor adicional a el hecho del reciclaje, pudiendo utilizar material reciclado y hacer detalles decorativos de forma de que sean utilizados por nosotros mismos o bien para realizar un emprendimiento a fin de comercializar las mismas. En este taller se plantea dar el paso para la preparación y luego las posibilidades quedan en manos de quién desee desarrollar creativamente y por distintos caminos el uso como herramienta del conocimiento adquirido.



FIGURA 4. *Velas de aceite reciclado preparadas en recipientes recuperados.*

3. CONCLUSIONES

El taller presentado promueve la educación en el tema de la problemática ambiental mediante la divulgación y concientización. Permite introducir en distintos ámbitos temáticas como reciclaje, recuperación y economía circular. Presenta una opción sencilla y segura para el reciclado y puede implementarse en los distintos niveles educativos, tanto primario, secundario y universitario, así como en cooperativas o para público en general.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Extensión en Alimentos y Salud (PEAS), perteneciente a la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas de UNLP

Al Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas Dr. J.J. Ronco – CINDECA- CONICET - UNLP – CIC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO-OMS Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- Organización Mundial de la Salud (1993) *Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos. (Estudio FAO Alimentación y Nutrición - 57)*. Capítulo 6 - Selección de usos de las grasas y de los aceites en la alimentación. https://www.fao.org/4/V4700S/v4700s00.htm

ISBN 978-987-47159-9-9

Miguel C. de, Martínez K., Pereira M. y Kohout M. (2021) "Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora", *Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/120), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.* https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47309/1/S2100423_es.pdf

National Geographic Latinoamérica (2023) *¿Qué beneficios nos trae el reciclaje? 5 datos que necesitas saber* https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2023/05/que-beneficios-nos-trae-el-reciclaje-5-datos-que-necesitas-saber

National Geographic Latinoamérica (2024) *Qué hacer con el aceite de cocina usado: ¿Se puede reciclar?* Sección Medio Ambiente. https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2024/04/que-hacer-con-el-aceite-de-cocina-usado-se-puede-reciclar

Parlamento Europeo (2023) Economía circular: definición, importancia y beneficios. Artículo de Dirección General de Comunicación del Parlamento Europeo https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios.

Suaterna Hurtado A. C. (2008) La fritura de los alimentos: pérdida y ganancia de nutrientes en los alimentos fritos. *Revista Perspectivas en Nutrición Humana*, *10*(1), 77-88 https://doi.org/10.17533/udea.penh.9367

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1fuH3SW3zIb5O0hj7rtzSXvIU4ejuSRHJ/view

ISBN 978-987-47159-9-9

RETENCION DE CIPROFLOXACINA EN SUELOS AGRICOLAS. UN ENFOQUE PRÁCTICO PARA DISEÑAR Y EJECUTAR EXPERIMENTOS EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

María Victoria Garrafa

Laboratorio de Fisicoquímica, de Investigaciones en Tecnología del Medio Ambiente (LabInTam), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste (FACENA-UNNE), Corrientes, Argentina.
mavigarrafa@gmail.com

María Eugenia Olivares

Instituto de Química Básica y Aplicada del Nordeste Argentino (IQUIBA-NEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, Argentina.
olivaresmeugenia@gmail.com

María Josefa Jorge

Laboratorio de Fisicoquímica, de Investigaciones en Tecnología del Medio Ambiente (LabInTam), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste (FACENA-UNNE), Corrientes, Argentina.
majorijor1965@gmail.com

Lilian Cristina Jorge

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, Argentina.
liliancj61@gmail.com

Jorge Marcelo Romero

Laboratorio de Fisicoquímica, de Investigaciones en Tecnología del Medio Ambiente (LabInTam), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste (FACENA-UNNE), Corrientes, Argentina.
ing.jorgemromero@gmail.com

Nelly Lidia Jorge

Laboratorio de Fisicoquímica, de Investigaciones en Tecnología del Medio Ambiente (LabInTam), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste (FACENA-UNNE), Corrientes, Argentina.
nelly.jorge@gmail.com

Resumen

El estudio analizó la adsorción y desorción del antibiótico Ciprofloxacina (CIP) en tres suelos agrícolas mediante experimentos tipo batch, en el marco de la materia Tecnología del Medio Ambiente de la Licenciatura en Química. La investigación no solo permitió evaluar el comportamiento de la CIP en los suelos, sino también ofreció a los estudiantes un enfoque práctico para diseñar y ejecutar experimentos. Los resultados mostraron que dos de los suelos presentaron una alta adsorción, minimizando el riesgo de contaminación ambiental, mientras que el tercero tuvo baja adsorción, lo que posibilitó su remediación mediante fitorremediación con cascarilla de arroz. Tras la remediación, la adsorción del suelo aumentó significativamente, reduciendo el riesgo de contaminación. Para evaluar el proceso de adsorción, se aplicó el modelo de Freundlich, que se ajustó correctamente a los datos experimentales, indicando una alta afinidad de la CIP por los suelos, con

porcentajes de adsorción superiores al 73 %. La desorción fue mínima, con valores inferiores al 7 %. El estudio concluyó que la inclusión de investigaciones en la educación universitaria fomenta la innovación y el desarrollo de habilidades en los estudiantes, incentivando su interés por la química y la búsqueda de tecnologías para la remediación de suelos contaminados.

Palabras clave: *antibiótico; adsorción; suelos agrícolas-isotermas; retención; trabajos prácticos de laboratorio*

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la presencia en el medio ambiente de residuos fármacos o sus metabolitos ha causado preocupación debido a que pueden ocasionar diferentes impactos negativos sobre la salud humana, animal y la del medio ambiente (Moreno-Barragan et al., 2023, Vicentin et al., 2021).

En particular, los medicamentos veterinarios para el ganado, las aves de corral o la acuicultura conllevan el riesgo de excreción directa del fármaco en suelos agrícolas, aplicación involuntaria a través de la fertilización con estiércol y liberación por escorrentía o erosión en aguas superficiales. Las vías de exposición también incluyen la fabricación y eliminación de medicamentos, y todos los escenarios de exposición plantean la cuestión de los posibles efectos ecotoxicológicos y el destino ambiental de los medicamentos veterinarios (Blanco et al., 2023).

La ciprofloxacina (CIP) es un antibiótico de amplio espectro, perteneciente a una clase de las fluoroquinolonas, las cuales son ampliamente utilizadas tanto en medicina humana como animal. El estilo de cultivo intensivo predominante en la agricultura contemporánea ha potenciado el uso excesivo de antibióticos para aumentar la productividad y prevenir enfermedades animales y aumentar la productividad. (Ezzariai et al., 2018).

Estos contaminantes pueden llegar a la cadena alimentaria humana produciendo problemas de salud, como alergias, resistencia al antibiótico y otras posibles enfermedades derivadas de la exposición a los contaminantes. Cuando el contaminante alcanza el suelo, el proceso de adsorción-desorción va a condicionar su transporte hacia otros compartimentos medioambientales (Marutescu et al., 2022).

En el marco de los proyectos de investigación llevados a cabo por el grupo de trabajo, se han puesto a punto y validado técnicas experimentales para estudios de adsorción y desorción de contaminantes en suelos. Esta experiencia adquirida nos ha permitido implementar estas técnicas en el desarrollo de trabajos prácticos de laboratorio en la materia Tecnología del Medio Ambiente de la Carrera Licenciatura en Química.

Debido a la gran importancia de la retención, degradación y biodisponibilidad de la CIP por los microorganismos del suelo, el objetivo del presente trabajo fue que los alumnos se interioricen de los trabajos de investigación que se realizan y que estos se puedan aplicar en trabajos de laboratorio para estudiantes. Por ello en la Asignatura Tecnología del medio Ambiente, los estudiantes trabajaron analizando el proceso de equilibrio de adsorción – desorción en suelos de cultivos de la región, siendo este proceso la primera barrera para determinar el destino medioambiental de un contaminante emergente. Este resultado, les dará un insumo para recopilar tecnologías o técnicas de remediación actuales que se basen en diferentes tratamientos para la recuperación del suelo.

2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es el análisis del equilibrio adsorción-desorción de la CIP en tres suelos de cultivos de la región por estudiantes de la Asignatura Tecnología del medio Ambiente. El conocimiento de este proceso les permitirá implementar técnicas analíticas para determinación de contaminantes emergentes y estudios fisicoquímicos de adsorción desorción en suelos. Además, les dará una línea de base a partir de la cual desarrollar metodologías innovadoras y eficaces para remediar la contaminación de los suelos por la CIP.

ISBN 978-987-47159-9-9

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Antibiótico

La CIP (grado HPLC, ≥ 98 % de pureza) fue adquirida a Sigma-Aldrich. La CIP es una molécula anfótera, con dos valores de pKa (5,90 – 8,89), por lo que puede presentarse como ion dipolar, catión y/o anión, en función del pH del medio.

3.2. Muestras de suelo

Para la realización del estudio se recolectaron tres suelos, dedicados, el suelo de Mercedes al cultivo de arroz, el suelo de Santa Rosa al cultivo de flores y el suelo de Santa Ana al cultivo de hortalizas. Se analizaron los tres suelos cuyas características fisicoquímicas se resumen en la TABLA I, son ácidos, oscilando el pH entre 5,1 y 5,6 (TABLA I). Los suelos presentaron una CIC variable, oscilando entre 2,51 y 24,43. El contenido en materia orgánica también fue variable, oscilando el CO entre un 0,67 y un 2,53 % y el N entre un 0,05 y un 0,13 %. La arena fue la fracción dominante en los tres suelos.

TABLA I. *Características fisicoquímicas de los suelos.*

SUELO	*pH*	*MO %*	*CIC meq / 100 g*	*N %*	*Arena %*	*Limo %*	*Arcilla %*
Santa Ana (1)	5,12	0,90	3,22	0,05	91,60	5,90	2,50
Santa Rosa (2)	4,89	0,67	2,51	0,04	91,65	4,17	4,17
Mercedes (3)	6,42	2,53	24,43	0,13	41,83	34,47	23,20

3.3. Experimentos de adsorción-desorción en el equilibrio

El proceso de adsorción y desorción en el equilibrio se estudió mediante experimentos tipo batch. Para ello, 1,0 g de suelo se pusieron en contacto con 40 mL de disolución de CIP conteniendo $CaCl_2$ 0,01 M como fondo iónico. Se utilizaron 7 concentraciones iniciales diferentes (0 – 40 mg L^{-1}). Estas suspensiones se agitaron 24 h, se centrifugaron, se filtraron y se analizaron mediante espectrofotometría UV. A continuación, para el estudio de la desorción, a las muestras de suelo resultantes del proceso de adsorción se le añadieron 40 mL de $CaCl_2$ 0,01 M y se sometieron al mismo tratamiento que el realizado para el proceso de adsorción.

Los datos experimentales obtenidos en el proceso de adsorción se describieron mediante el modelo de Freundlich, según la siguiente ecuación:

$$q_e = K_F C_e^{\frac{1}{n}}$$

donde q_e (mg g^{-1}) es la cantidad de CIP adsorbida al suelo; C_e es la concentración de CIP en la disolución en el equilibrio; K_F ($L^{1/n}$ mg $^{1-1/n}$ g^{-1}) es el coeficiente de afinidad de Freundlich y 1/n (adimensional) es el índice de linealidad de Freundlich. Los resultados de la desorción se expresaron como la cantidad de CIP desorbida para cada una de las concentraciones iniciales utilizadas

3.4. Análisis estadístico

Las gráficas y los ajustes a las isotermas de adsorción de Freundlich se realizaron empleando el programa graph 4.4.2. Los análisis de error utilizadas fueron las siguientes:
Coeficiente de correlación, R^2:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(q_{cal} - \underline{q_{exp}}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(q_{cal} - \underline{q_{exp}}\right)^2 - \sum_{i=1}^{n}\left(q_{cal} - q_{exp}\right)^2}$$

ISBN 978-987-47159-9-9

Error medio de suma de cuadrados, (RMSE):

$$RMSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(q_{cal} - q_{exp}\right)^2$$

4. RESULTADOS

En la FIGURA 1 se muestran las curvas de adsorción de CIP en los tres suelos, las cuales son tipo L, indicando que la relación entre la cantidad de antibiótico en disolución y la cantidad adsorbida al suelo decrece a medida que se incrementa la cantidad de CIP añadida, dando lugar así a curvas no lineales y cóncavas, sugiriendo una progresiva saturación de las superficies de los diferentes constituyentes del suelo. Este tipo de curvas también indica que, a concentraciones bajas del soluto, en este caso CIP, este presenta una muy elevada afinidad por el suelo, adsorbiéndose prácticamente la totalidad del compuesto.

La adsorción fue muy elevada en todos los casos, con porcentajes de adsorción que oscilaron entre un 43 y un 94%, los cuales son similares a los obtenidos por Rodríguez-López et al. (2022). Los altos porcentajes de adsorción son una confirmación de la afinidad de este antibiótico por los suelos estudiados. La excepción es el suelo de Santa Rosa que es de cultivo de flores el cual presenta menor adsorción. (FIGURA 1)

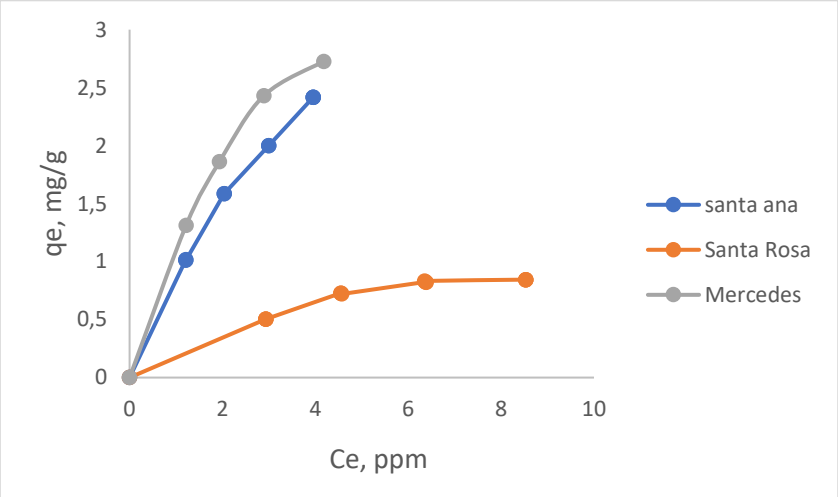


FIGURA 1. *Curvas de adsorción de CIP en los tres suelos estudiados*

Los datos de sorción se ajustaron bien a la isoterma de Freundlich, de acuerdo a los valores de R^2, los cuales fueron superiores a 0,988 en todos los casos (TABLA II). El coeficiente de afinidad de Freundlich (K_F) osciló entre 0,202 L^{1-n} $mg^{1-1/n}$ g^{-1} para el suelo de Santa Rosa y 0,984 L^{1-n} $mg^{1-1/n}$ g^{-1} para el suelo de Mercedes, valores que son ligeramente superiores a los obtenidos por otros autores, tanto para CIP, como para otras fluoroquinolonas (Peruchi et al., 2015; Rath et al., 2019). Estas discrepanciancias podrían ser por diferentes condiciones experimentales de laboratorio, y distinto rango de concentraciones iniciales de antibiótico. En cuanto al índice de linealidad de Freundlich (1/n), este fue inferior a 1 en todos los casos, oscilando entre 0,62 y 0,70 (TABLA II), indicando que el número de sitios disponibles para la adsorción de CIP decrece con el incremento de la cantidad de CIP. (TABLA II)

Con los valores obtenidos de K_F, la CIP comparándola con otros antibióticos diferentes a los de su familia, presentaría una afinidad por los suelos muy similar a la observada para las tetraciclinas (Conde-Cid et al., 2019), pero muy superior a la observada para antibióticos de la familia de las sulfonamidas (Rodríguez-López et al,2022; Heinrich et al., 2021), los macrólidos y las avermectinas (Heinrich et al., 2021).

La CIP existe como especies de cationes, zwitteriones y/o aniones en condiciones de pH del suelo, y tienen una alta estabilidad en los suelos, excepto en presencia de luz, óxidos de manganeso y microbios del suelo. El mecanismo del proceso de adsorción de la CIP puede ser muy complejo, desde intercambio catiónico, formación de complejos con óxidos del suelo o formación de puentes catiónicos. Además, puede estar

ISBN 978-987-47159-9-9

influenciado con el valor del pH del suelo. En base a nuestros resultados, el suelo que presento mayor porcentaje de adsorción es el suelo de Mercedes que presenta el mayor PH, sin embargo, tiene mayor contenido de materia orgánica, con lo cual tiene mayor carga negativa y hace que el proceso ocurra mediante puentes catiónicos, a través del grupo carboxilato. Esto puede facilitar mayores fuerzas de van der Waals y el acceso a las capas intermedias de la estructura del suelo, permitieran un mayor grado de sorción que el catión, que carece de un grupo carboxilo o hidroxilo que pudiera facilitar la formación de puentes catiónicos.

Los resultados de este estudio podrían decir que es probable que el transporte de CIP se retrase en la mayoría de los sistemas de suelos y aguas subterráneas en un amplio rango de pH. Se espera un mayor retraso en suelos con una CIC alta, en particular si la disponibilidad de sitios de intercambio catiónico supera la disponibilidad de CIP.

TABLA II. *Parámetros de los ajustes de las curvas de adsorción al modelo de Freundlich.*

SUELO	*Freundlich*		
	K_f $L^{1/n}\ mg^{1-1/n}\ g^{-1}$	1/n	R^2
Santa Ana	0,980 ± 0,025	0,660 ± 0,012	0,998
Santa Rosa	0,202 ± 0,036	0,621 ± 0,019	0,988
Mercedes	0,984 ± 0,042	0,705 ± 0,032	0,990

La desorción fue muy baja en todos los suelos, oscilando los porcentajes de desorción entre un 5,3% y un 30,2 %, en concordancia con lo observado por Heinrich et al. (2021). Por lo tanto, podemos afirmar que el proceso de retención de CIP en suelos agrícolas es prácticamente irreversible.

El suelo de Santa Rosa presento la menor adsorción, con menor CIC y representa un riesgo de lixiviación y posible contaminación de aguas subterráneas. Al analizar el proceso de adsorción-desorción, los alumnos buscaron que técnica podían usar para aumentar la adsorción en el suelo de santa Rosa para evitar que se convierta en un riesgo de contaminación. Entre las técnicas que buscaron, la fitorremediación les resultó una técnica que les permitiría lograr su objetivo y utilizar un desecho de un producto regional, la cascarilla de arroz, dando así una otro valor agregado al mismo. Al aplicar los alumnos esta remediación con un 10 y 50 % de agregado de cascarilla de arroz al suelo lograron un porcentaje de adsorción del 94%, reteniendo así a la CIP en el suelo para su posterior degradación microbiana y evitar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales. Analizaron también que solo un 10% de enmienda es necesaria para la remediación del suelo de Santa Rosa.

5. CONCLUSIONES

En el curso de Tecnología del Medio Ambiente los alumnos determinaron que la Ciprofloxacina (CIP) mostró una elevada afinidad por dos de los suelos estudiados (Santa Ana y Mercedes), con porcentajes de adsorción superiores a un 73 % y porcentajes de desorción inferiores a un 30 %. Con los resultados obtenidos, podemos decir que la CIP no presenta un elevado riesgo de lixiviación y escorrentía hacia aguas superficiales y subterráneas, para estos dos suelos. El suelo de Santa Rosa que presenta menor adsorción, se le aplicó una enmienda, la cascarilla de arroz, en un 10 y 50 %, aumentando su porcentaje de retención en el suelo y evitar su riesgo de contaminación a las aguas subterráneas y superficiales. De esta manera se logra que la biodisponibilidad de la CIP será limitada, no presentando, un importante riesgo hacia la salud humana y el medioambiente.

Los alumnos pudieron utilizar resultados de investigación como ejemplos prácticos, desarrollar habilidades de investigación, demostrando mayor motivación e interés en el aprendizaje de la química.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste, por la financiación del Proyecto Acreditado PI F003/22 y al CONICET por la beca Doctoral de la Ing. María Victoria Garrafa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, G., Gómez-Ramírez, P., Espín, S., Sánchez-Virosta, P., Frías, Ó., García-Fernández, A. J. (2023). Domestic Waste and Wastewaters as Potential Sources of Pharmaceuticals in Nestling White Storks (*Ciconia ciconia*). *Antibiotics*, *12*(3), 520. https://doi.org/10.3390/antibiotics12030520

Conde-Cid, M., Fernández-Calviño, D., Nóvoa-Muñoz, J.C., Núñez-Delgado, A., Fernández Sanjurjo, M.J., Arias-Estévez, M., Álvarez-Rodríguez, E. (2019). Experimental data and model prediction of tetracycline adsorption and desorption in agricultural soils. *Environmental Research, 177*, 108607-108618. https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108607

Ezzariai, A., Hafidi, M., Khadra, A., Aemig, Q., El Fels, L., Barret, M., Merlina, G., Patureau, D., Pinelli, E. (2018) Human and veterinary antibiotics during composting of sludge or manure: Global perspectives on persistence, degradation, and resistance genes. *J. Hazard. Mater*., 359, 465–481. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2018.07.092.

Heinrich, A.P., Zolter, T., Bohn L., Wohde, M., Jaddoudi, S., El Maataoui, Y., Dahchour, A., During, R-A. (2021) Sorption of selected antiparasitics in soils and sediments. Heinrich et al. Environ Sci Eur. 33, 77-92. https://doi.org/10.1186/s12302-021-00513-y

Moreno-Barragan, A.S., Bernalcazar-Pozo, C.A., Bermudez-del Sol, A. (2023) Contaminación ambiental por productos farmacéuticos y su impacto en la salud humana. *Rev. Ciencias Médicas; 27*, (S1), 5855-5866. https://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/5855.

Marutescu, L.G., Jaga, M., Postolache, C., Barbuceanu, F., Milita, N.M., Romascu, L.M., Schmitt, H., de Roda Husman, A.M., Sefeedpari, P., Glaeser, S., Kämpfer, P., Boerlin, P., Topp, E., Gradisteanu Pircalabioru, G., Chifiriuc, M.C., PÑopa, M. (2022) Insights into the impact of manure on the environmental antibiotic residues and resistance pool. *Front Microbiol. 16*(13), 965132-965146. doi: 10.3389/fmicb.2022.965132.

Peruchi, L.M., Fostier, A.H., Rath, S. (2015). Sorption of norfloxacin in soils: Analytical method, kinetics and Freundlich isotherms. Chemosphere 119, 310-317. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2014.06.008.

Rath, S., Fostier, A.H., Pereira, L.A., Dionisio, A.C., Ferreira, F.O., Doretto, K.M., Peruchi, L.M., Viera, A., Neto, O.F.O., Bosco, S.M.D., Martínez-Mejía, M.J. (2019). Sorption behaviors of antimicrobial and antiparasitic veterinary drugs on subtropical soils. Chemosphere 214, 111-122. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.09.083.

Rodríguez-López, L., Santás-Miguel V., Cela-Dablanca, R., Núñez-Delgado, A., Álvarez-Rodríguez, R., Pérez-Rodríguez, P., y Arias-Estévez M. (2022) Ciprofloxacin and Trimethoprim Adsorption/Desorption in Agricultural Soils. *Int. J. Environ. Res. Public Health, 19(*14), 8426-8445; https://doi.org/10.3390/ijerph19148426 .

Vicentin, E., Ferreirós Gago, L., Magnatti, C. (2021) Farmacontaminaciób: El lado B de los medicamentos. Revista Argentina de la Salud Pública. 13, 29-36. https://rasp.msal.gov.ar/index.php/rasp/article/view/473/403

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/14-7YGGig6jQIB4o9IVGT4mMv0LgODv3m/view

ISBN 978-987-47159-9-9

¿CÓMO LAS PRÁCTICAS DE EXTENSIÓN DIALOGAN CON LA CURRÍCULA UNIVERSITARIA?

Gabriela Mariel Lescano

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
glescano@criba.edu.ar

María Belén Perez Adassus

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
belen.adassus@uns.edu.ar

Marina Belén Busso

Instituto de Ciencias Biológicas y Biomédicas del Sur INBIOSUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Jésica Lourdes Guaymás

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Ana Karen Jaimes

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Verónica Natalia Scheverin

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Mariel Elisa Diaz

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Mariela Agotegaray

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

María Fernanda Horst

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Resumen

El siguiente trabajo se enmarca dentro del proyecto de extensión “Agua= Salud. Tomando Con-Ciencia”. Se exponen los resultados del trabajo realizado desde el 2022 con el grupo extensionista y la comunidad educativa de la escuela rural Remedios de Escalada de San Martín, ubicada en la localidad de Teniente Origone, provincia de Buenos Aires. Como reflexión

ISBN 978-987-47159-9-9

de las prácticas de extensión a lo largo de estos años surgen ideas y propuestas para generar un diálogo constructivo, que puedan unir a las prácticas de extensión en el sentido más profundo de su palabra con el desarrollo científico y la currícula de materias universitarias. En este sentido, se busca interrelacionar la problemática de acceso al agua segura, que afecta a gran parte de la población rural en donde se encuentra la escuela, con los desarrollos en investigación de sistemas remediadores de contaminantes y la consecuente aplicación de estas temáticas en prácticas contextualizadas de laboratorio en materias que se dictan dentro de la Universidad.

Palabras clave: *extensión rural; agua segura; educación; prácticas de laboratorio; universidad.*

1. INTRODUCCIÓN

El compromiso con la extensión universitaria nos enfrenta a un desafío constante: encontrar enfoques innovadores que superen las barreras tradicionales entre la universidad y la comunidad. Es esencial concebir la extensión como un puente bidireccional, donde la retroalimentación fluye en ambas direcciones, enriqueciendo tanto a la universidad como a la comunidad.

En este marco, el nuevo reglamento de proyectos de extensión de la Universidad Nacional del Sur (UNS) nos invita a adoptar una visión transformadora (Reglamento de proyectos de extensión de la UNS (2022)). Esta resolución define la extensión universitaria desde una perspectiva de “extensión crítica”, entendida como un proceso dialógico y horizontal. En este proceso, los conocimientos académicos se intercambian y enriquecen con los saberes de la comunidad, generando una transformación mutua del entorno y de la propia universidad. Este enfoque promueve un diálogo genuino, donde la comunidad no se ve simplemente como un receptor de conocimientos, sino como una fuente activa de saberes capaces de transformar tanto el medio como la institución universitaria. Como afirmó Paulo Freire, “la comunicación verdadera no es la transferencia, o transmisión del conocimiento, de un sujeto a otro, sino su coparticipación en el acto de comprender la significación del significado. Es una comunicación que se hace críticamente” (Freire, 1973, p. 78-79).

Dentro de la universidad, uno de los desafíos es integrar la extensión en el aula universitaria. Visibilizar el trabajo realizado en la comunidad a través de actividades experimentales puede ser una estrategia clave para involucrar al estudiantado como actores en este proceso. De esta forma, los estudiantes pueden experimentar la relevancia de la extensión como una de las tres funciones fundamentales de la universidad y contextualizar su aprendizaje en problemas reales, como el acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene, que son derechos humanos y forman parte del sexto Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS). Desde la Agenda 2030, aprobada desde Naciones Unidas en 2015, se considera que “el acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene son un derecho humano. Las estrategias claves para encauzar este objetivo incluyen aumentar la inversión y la capacitación en todo el sector, promover la innovación y la acción a partir de pruebas, mejorar la coordinación y la cooperación intersectorial entre todas las partes interesadas y adoptar un enfoque más integrado y holístico de la gestión del agua” (Naciones Unidas: Objetivos de Desarrollo Sostenible. (2023)).

Incorporar la extensión en el aula universitaria no solo enriquece la formación académica de los estudiantes, sino que también despierta una vocación comprometida con el ambiente y la sociedad. Participar en estas actividades permite a los estudiantes comprender que la universidad no solo es un espacio de transmisión de conocimiento, sino también un agente transformador de la sociedad. Esta integración ofrece la posibilidad de formar futuros promotores de la extensión universitaria, promoviendo el diálogo y la colaboración entre la universidad y la comunidad. Promocionar la integración de los estudiantes al medio social universitario, es desarrollar en ellos el sentido de la solidaridad, la responsabilidad y la cooperación.

En este sentido, hemos diseñado un trabajo práctico para la cátedra de Fundamentos de Química General e Inorgánica, dirigido a estudiantes de primer año de la carrera de Bioquímica. Esta actividad busca vincular los contenidos académicos con el conocimiento de la realidad social y crear un espacio para la construcción del conocimiento científico a partir de los saberes comunitarios. Como plantea Porro, es fundamental renovar la enseñanza tradicional de la ciencia mediante un enfoque contextualizado, centrado en los estudiantes y dirigido hacia la alfabetización científica para todos los ciudadanos. La renovación curricular debe incorporar la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente (CTSA) (Porro, 2022).

ISBN 978-987-47159-9-9

Nuestras prácticas extensionistas se enmarcan en el proyecto “Agua = Salud. Tomando Con-Ciencia”. Desde 2022, trabajamos con la comunidad educativa de la escuela rural primaria EP N°15 Remedios de Escalada de San Martín en la localidad de Teniente Origone (partido de Villarino, provincia de Buenos Aires). El grupo de investigación de la universidad, integrado por investigadoras, docentes, técnicas, becarias y estudiantes del departamento de Química e Instituto de Química del Sur, ha desarrollado una amplia experiencia en el diseño e implementación de materiales para la remediación ambiental. Hemos estudiado los efectos toxicológicos del agua contaminada con niveles críticos de As y F y desarrollando nanomateriales capaces de adsorber estos contaminantes, reduciendo los niveles perjudiciales en agua para consumo (Perez Adassus et al.,2022; Scheverin et al., 2022, 2024).

Durante dos años realizamos encuentros con la EP Nº 15, estableciendo lazos de trabajo sólido y conociendo de cerca sus hábitos de consumo de agua y la realidad socioeconómica de la comunidad. Evaluamos la problemática del acceso a agua segura mediante el análisis de muestras de agua de la escuela y de viviendas cercanas. Los resultados del monitoreo de contaminantes nos permitieron realizar actividades educativas sobre el ciclo del agua, sus características fisicoquímicas y la disponibilidad y consumo de agua segura (FIGURA 1).



FIGURA 1. *Actividades educativas desarrolladas en la Escuela Primaria N° 15 “Remedios de Escalada de San Martín”, Teniente Origone, Buenos Aires*

2. OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo consiste en presentar una propuesta didáctica de laboratorio para estudiantes universitarios, a partir de un espacio de reflexión sobre nuestras prácticas de extensión. Esta propuesta busca integrar de manera curricular los conceptos derivados de dichas prácticas. Además, nos proponemos fomentar una enseñanza de las ciencias contextualizada, aplicando un enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) en el entorno universitario.

3. METODOLOGÍA

Se llevaron a cabo encuestas dirigidas tanto al grupo extensionista como a las docentes de la escuela rural, utilizando formularios de Google y en formato escrito. El análisis de estas encuestas sirvió como base para reflexionar sobre nuestras prácticas extensionistas, abriendo el diálogo a nuevas perspectivas sobre la realidad y nuestra forma de interactuar con ella. A partir de la información obtenida y la experiencia combinada de la investigación científica y las prácticas de extensión, se diseñó un trabajo práctico sobre el agua dirigida al estudiantado universitario de primer año de la materia Fundamentos de Química General e Inorgánica de la carrera de Bioquímica de la Universidad Nacional del Sur.

En el mismo se aborda el estudio de algunas propiedades fisicoquímicas del agua y los métodos para determinarlas en el laboratorio, como el pH y la conductividad eléctrica. Para ello se les proporciona a los estudiantes una variedad de muestras de agua, provenientes de distintas fuentes: agua de red, agua extraída de un pozo de la localidad de Teniente Origone, agua del arroyo Napostá, agua destilada, agua de un pozo surgente de la ciudad de Bahía Blanca y agua de calidad farmacéutica.

La propuesta didáctica comienza con preguntas disparadoras sobre creencias personales del consumo del agua:

ISBN 978-987-47159-9-9

"Nos preguntamos:

¿De dónde viene el agua que consumís?, ¿Qué características tiene el agua en general?, ¿Existen características particulares para el agua de consumo?, ¿Qué se considera agua potable?, ¿Y agua segura?"

Luego de dialogar con las y los estudiantes sobre estas ideas previas, se introduce la definición que el Código Alimentario Argentino (CAA), en su artículo 982, hace sobre el agua potable. Asimismo, se les presenta a los estudiantes las definiciones que la Farmacopea Argentina establece para el agua de uso farmacéutico.

Como primera actividad experimental, las y los estudiantes observarán cuidadosamente las muestras de agua suministradas y analizarán si cumplen o no con las características físicas establecidas por el CAA para el agua potable. Las observaciones las registrarán luego en una tabla:

"Observa las distintas muestras de agua proporcionadas y analiza si cumplen con las características físicas establecidas por el CAA para el agua potable."

TABLA I. *Características del agua potable según el CAA*

AGUA	*CARACTERÍSTICAS (incolora, inodora, límpida y transparente)*
Agua de pozo Tte. Origone	
Agua corriente de red	
Agua destilada	
Agua del arroyo Napostá	
Agua de pozo surgente Parque de Mayo	
Agua de uso farmacéutico	

Seguidamente, medirán el pH y la conductividad. Los valores obtenidos de ambos parámetros fisicoquímicos se discutirán en grupo con la ayuda del docente.

El pH del agua

El pH mide el grado de acidez del agua. Teóricamente, el pH del agua pura es 7, pero en la práctica, debido a su contacto con la atmósfera, el agua disuelve CO_2, lo que provoca una disminución de su pH. Por otro lado, el pH de muchas aguas naturales varía dentro de un intervalo estrecho debido a su interacción prolongada con minerales. Este proceso incrementa el contenido de iones bicarbonato (HCO_3^-) y también introduce iones carbonato (CO_3^{-2}). En estas condiciones, y considerando el equilibrio químico entre las especies CO_2, HCO_3^- y CO_3^{-2}, el pH del agua puede llegar a un valor cercano a 8,4.

El CAA establece que el pH de un agua potable debe encontrarse dentro del intervalo 6,5 - 8,5.

"Los valores de pH medidos, ¿cumplen en todos los casos con la normativa del CAA para un agua potable? ¿Cómo explicas el valor obtenido del pH para el agua destilada? ¿Qué equilibrios de disociación puedes considerar?"

Para finalizar con la actividad experimental se aborda el concepto de conductividad y su importancia, resaltando el modo en que éste parámetro permite evaluar la presencia de iones disueltos en el agua. Se discute, por un lado, cómo la presencia y concentración de ciertos iones pueden afectar la calidad y seguridad del agua para el consumo humano y por el otro, si la misma cumple con la normativa de la Farmacopea.

Conductividad del agua

"La conductividad del agua es una medida de su capacidad para conducir la corriente eléctrica. Nos da una idea del grado de mineralización del agua y de su contenido total de sales. Cuanto mayor sea la conductividad, mayor será el contenido en sales. La conductividad es importante para conocer la calidad del agua de una determinada zona. Se usa en plantas industriales, plantas de tratamiento y plantas de potabilización para conocer la composición del agua de uso doméstico.

El agua de uso farmacéutico tiene que estar libre de impurezas, como sales disueltas, metales y compuestos orgánicos. Estas sustancias pueden interferir con la acción de los medicamentos o provocar reacciones adversas en el paciente. La Farmacopea Argentina determina los valores límites de conductividad en el agua de uso farmacéutico, no pudiendo superar el valor de 1,3 µS/cm (micro Siemens por centímetro) en Agua Purificada y Agua para Inyectables."

ISBN 978-987-47159-9-9

A partir de la medida de la conductividad, observa y compara los valores obtenidos para las distintas muestras. ¿El agua de uso farmacéutico ¿Cumple con el estándar determinado por la Farmacopea Argentina?"

Para continuar la actividad, los estudiantes reciben muestras incógnitas de agua para que las identifiquen mediante la determinación de su conductividad.

Como cierre del trabajo práctico se les solicita a los estudiantes que registren todos los resultados obtenidos en un informe de laboratorio. Este informe deberá incluir una revisión bibliográfica sobre las características del agua que consumen diariamente y las diversas fuentes disponibles de este recurso en su comunidad. Se espera que analicen las problemáticas relacionadas con el acceso al agua segura tanto a nivel regional como global. Además, se les invita a reflexionar sobre posibles ideas y alternativas para garantizar el acceso universal al agua segura.

4. RESULTADOS

Del análisis de las encuestas realizadas a los miembros del grupo extensionista se puede notar que la concepción del significado de extensión universitaria está relacionada con la transmisión de conocimiento desde la universidad hacia la comunidad. A la pregunta *"¿Por qué consideras que es importante que la Universidad realice actividades de extensión y se mueva hacia diferentes comunidades?"* surgieron respuestas como:

"Me parece sumamente importante las actividades de extensión, considero que es una forma de llevar la universidad a lugares donde la ven muy lejos no solo físicamente"

"La Universidad, como parte de la sociedad en la cual se levanta, utiliza la extensión como una vía para vincularse con ella. Ya sea a través de talleres, vinculación tecnológica, capacitaciones, etc., desarrollados en distintos entornos sociales, la Universidad pone en práctica y muestra el conocimiento generado puertas adentro"

"Creo que es importante devolver a la sociedad el conocimiento que adquirimos en la universidad pública. Porque se puede apostar desde nuestro lugar e interactuar en diferentes ámbitos"

Estas frases continúan abogando por una aplicación transferencista de la extensión, donde, tanto la creación de conocimiento como la transferencia del mismo siguen siendo procesos alejados y bien separados. Encontrarnos debatiendo estas ideas implica una gran labor de todo el grupo; hay estructuras muy fuertes en nuestro "inconsciente universitario", que llevamos marcadas, pero que sólo al ponerlas en discusión nos permiten crecer. Romper esta mirada, transformarla y construir una concepción que involucre a todos los actores del proceso de creación del conocimiento es una tarea nada fácil de llevarla a cabo. Las prácticas de extensión nos demostraron su gran poder humanizador, la realidad cuando se vive no necesita ser explicada, se cuela en la emoción y en los huesos, pero sí necesita ser reflexionada, para no quedar en una linda experiencia y nada más. Comprendimos en dejarnos atravesar por todo el proceso, que no hay un sentido en el que el conocimiento se genera, ni tampoco hay un sentido en el que el conocimiento se transmite, estamos frente a un proceso de construcción. Es difícil desarraigar conceptos tan fijos en el inconsciente y consciente universitario (Tommassino y Cano, 2016). Si bien la ciencia requiere de procesos de reflexión, de ensayo, de repetición, si sólo se queda en transferir el conocimiento cuando termina, se pierde de toda la riqueza de comprender y ser parte del entorno, del territorio. De la misma manera sucede cuando se enseñan contenidos aislados en la currícula universitaria, posibilitando tener un acercamiento mayor con los casos que suceden en la realidad, sólo en las prácticas de tesinas o profesionales. Sigue siendo un punto fuerte para trabajar en las prácticas de extensión, la comunicación efectiva de las ciencias situada en contexto y en territorio.

5. CONCLUSIONES

A pesar de los desafíos y las resistencias encontradas, el proyecto ha demostrado que el diálogo y la reflexión crítica son claves para superar barreras y transformar tanto a la comunidad como a la universidad. La experiencia vivida ha confirmado que la extensión universitaria, cuando se implementa de manera crítica y participativa, tiene el potencial de fortalecer el vínculo entre la academia y la sociedad, promoviendo un conocimiento más inclusivo y aplicado.

Entendiendo a la extensión como uno de los tres pilares fundamentales que constituyen a la universidad moderna, además de la docencia y la investigación, creemos que para que la extensión sea realmente crítica y transformadora, ésta debe incluirse en los primeros años de formación de todas las carreras de nivel superior. De manera transversal, aplicada e integral con una fuerte vinculación con la sociedad y diversas problemáticas que en ella tienen lugar. Por tal motivo, se propone continuar desarrollando el proyecto de extensión "Agua= Salud. Tomando Con-Ciencia" y promover, desde este lugar, nuevas estrategias didácticas que favorezcan la participación de la sociedad, sus interés e inquietudes y su vinculación con el entorno que los rodea.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) por la financiación del proyecto "Agua= Salud. Tomando Con-Ciencia" (código: 17399) en el marco del cual se realizó este trabajo. A la Secretaría de Extensión de la Universidad Nacional del Sur. A la Municipalidad de Villarino y a los directivos de la EP Nº 15.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Código Alimentario Argentino [CAA]. Ley 18284. (2007). Capítulo XII. Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificada. Artículo 982. Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 N° 196/2007. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_xii_aguas_actualiz_2024-04.pdf

Farmacopea Argentina 7ª edición. (2013). Vol IV. Nuevas consideraciones generales. Actualización de métodos generales de análisis y textos de información general. Reactivos y soluciones. Argentina: Ministerio de Salud. ANMAT. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/libro_cuarto.pdf

Freire, P. (1973). *¿Extensión o comunicación? La concientización en el mundo rural.* México: Siglo XXI editores. https://grandeseducadores.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/07/extensic3b3n-o-comunicacic3b3n-la-conciencia-en-el-medio-rural-1973.pdf

Naciones Unidas: *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. (2023). Recuperado de https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/#:~:text=Alcanzar%20la%20cobertura%20universal%20para,y%20tres%20para%20la%20higiene

Organización de las Naciones Unidas. (2011). *El Derecho al Agua.* Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf

Perez Adassus, M. B., Scheverin, V. N., Patiño, A. B., Botelli, B. J., Colombo, V., Vanadia, M., Moreno, N., Prat, M. R., Nieto, M. B., Horst, M. F., Lassalle, V. (2022). Experiencia de extensión en una escuela rural como proceso transformador de prácticas educativas y de investigación. *Anales de la Asociación Química Argentina, 109* (Número extra), pp. 241-248- https://www.aqa.org.ar/index.php/volumenes-publicados

Porro, S. (2022). Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la Química...y más. *Nuevas Perspectivas, 1*(1), 1-23. https://revistanuevasperspectivas.aduba.org.ar/ojs/index.php/nuevasperspectivas/article/view/12/10

Reglamento de proyectos de extensión de la Universidad Nacional del Sur. (2022). CSU-561/2022. Expte 1724/0953.https://servicios.uns.edu.ar/boletin/consulta/bof_fr_items.asp?item_html=..%5CRESOLUCI%5CCU561A22.HTM&tema_cod=9&subtema_cod=2&oper=T

Scheverin, V. N., Diaz, E. M., Horst, M. F. & Lassalle, V. L. (2024). Synthesis of novel magnetic hydroxyapatite–biomass nanocomposite for arsenic and fluoride adsorption. *Environmental Geochemistry and Health*, *46*(6), 190. https://doi.org/10.1007/s10653-024-01981-w

Scheverin, V. N., Russo, A., Grünhut, M., Horst, M. F., Jacobo, S. & Lassalle, V. L. (2022). Novel iron-based nanocomposites for arsenic removal in groundwater: insights from their synthesis to implementation

for real groundwater remediation. *Environmental Earth Sciences*, *81*(7), 1–15. https://doi.org/10.1007/s12665-022-10286-z

Tommasino, H. & Cano, A. (2016). Modelos de extensión universitaria en las universidades latinoamericanas en el siglo XXI, tendencias y controversias. *Universidades,* *67*(Enero-Marzo), 7-24. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37344015003

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1podF0Rp71LQ_Wggj-csXCulnyMaAUu_A/view

ISBN 978-987-47159-9-9

QUÍMICA EN EL AGRO: EVALUACIÓN DE BIOPREPARADOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN SANTIAGO DEL ESTERO

Analía Verónica Medina

Instituto de Ciencias Química, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero (FAyA-UNSE), Santiago del Estero, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.
veromedina83@hotmail.com

Silvia Gabriela Corbalán

Instituto de Ciencias Química, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero (FAyA-UNSE), Santiago del Estero, Argentina.
silviagcorbalan@gmail.com

Elisa Mariana García

Instituto de Ciencias Química, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero (FAyA-UNSE), Santiago del Estero, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.
marian_sgo@yahoo.com.ar

Resumen

La enseñanza de química en contextos reales es esencial para estudiantes universitarios de carreras como Química y Biotecnología, especialmente en áreas vinculadas a la agroecología. A través de la extensión universitaria, los alumnos participan activamente en proyectos que promueven la sostenibilidad agrícola y el desarrollo rural, como ocurrió con el proyecto "Evaluación de los principios activos en biopreparados de uso agropecuario elaborados por productores de Santiago del Estero". Este trabajo interdisciplinario involucró a estudiantes, docentes e investigadores de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), quienes colaboraron con productores locales para revalorizar productos agropecuarios mediante la elaboración y uso de biopreparados. Esta experiencia permitió a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas, fortaleciendo su comprensión de la química aplicada en la agroindustria. Además, los agricultores locales adquirieron conocimientos técnicos sobre el uso eficiente de recursos naturales, contribuyendo al desarrollo de prácticas agrícolas ecológicas y rentables. La participación en talleres y la caracterización fisicoquímica de los biopreparados no solo generó un intercambio de saberes entre universidad y comunidad, sino que también destacó la importancia de la química en la creación de soluciones innovadoras para el sector productivo local, beneficiando tanto a estudiantes como a productores.

Palabras clave: *biopreparados; agroecología; química aplicada; extensión universitaria; producción agrícola.*

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química en contextos prácticos y aplicados es fundamental para el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes universitarios, especialmente en áreas interdisciplinarias como la agroecología (Getu et al., 2024). El vínculo entre la química y el sector agropecuario es cada vez más relevante en un mundo que busca soluciones sostenibles para enfrentar los desafíos ambientales y productivos. En este marco, la aplicación de biopreparados para la agricultura se ha convertido en una estrategia prometedora para promover un desarrollo rural que sea ambientalmente responsable y económicamente viable (Gamage et al., 2023). Los biopreparados, formulados a partir de materiales naturales, han demostrado ser efectivos en la mejora de la calidad del suelo y en la promoción de cultivos más saludables (Gupta et al., 2010).

ISBN 978-987-47159-9-9

En Santiago del Estero, una región caracterizada por su intensa actividad agropecuaria, la utilización de biopreparados se presenta como una alternativa viable para el desarrollo sostenible, atendiendo a la necesidad de reducir el uso de agroquímicos en la producción de alimentos. El presente trabajo busca contribuir al fortalecimiento de la formación académica de los estudiantes de química a través de la aplicación de conceptos teóricos en un contexto agroecológico real. Además de generar conocimiento científico que promueva prácticas agrícolas sostenibles en una región que enfrenta desafíos ambientales y productivos. La química, en este contexto, juega un papel fundamental en la creación de soluciones innovadoras y prácticas para el uso eficiente de los recursos naturales (Wezel et al., 2020).

La extensión universitaria ha demostrado ser una herramienta eficaz para articular la investigación académica con las necesidades de las comunidades rurales. Este trabajo se justifica no solo por su relevancia académica, sino también por su impacto económico, social y ambiental. La producción y uso de biopreparados representa una alternativa viable para los agricultores locales, en consonancia con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la ONU, como la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente (FAO, 2022). Además, la inclusión de los estudiantes en actividades de extensión permite una formación integral que refuerza su comprensión de la química en aplicaciones reales y con impacto directo en la sociedad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del contexto social y cultural

El proyecto se desarrolló en las comunidades rurales de Villa Hipólita, departamento Loreto, y en la localidad de Añatuya, departamento General Taboada, en la provincia de Santiago del Estero. Estas regiones se caracterizan por su economía basada en la agricultura familiar y la ganadería, con un fuerte arraigo cultural en prácticas tradicionales de manejo del suelo y cultivos. Sin embargo, los productores enfrentan limitaciones económicas y acceso restringido a tecnologías avanzadas, lo que les dificulta implementar prácticas agroecológicas sostenibles. Ante estos desafíos, la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), a través de su programa de extensión universitaria, propuso este proyecto de evaluación de biopreparados como una alternativa accesible y ecológica, enfocada en el uso eficiente de los recursos naturales locales.

2.1.1. Actividades de los estudiantes

Los estudiantes de la Licenciatura en Química y Biotecnología participaron activamente en diversas etapas del proyecto, tanto en el laboratorio como en el campo (FIGURA 1). Sus actividades incluyeron:

- Elaboración de los biopreparados a partir de recursos naturales locales siguiendo practicas tradicionales y protocolos mejorados que se adquirieron a través de capacitaciones.
- Caracterización fisicoquímica de los biopreparados: Utilizando técnicas analíticas estandarizadas, los estudiantes analizaron la composición de los biopreparados elaborados.
- Supervisión y seguimiento a campo de los experimentos de aplicación de los biopreparados en cultivos seleccionados y registro de su impacto en el rendimiento agrícola.



FIGURA 1. *Taller de capacitación organizada por los docentes investigadores de la FAyA-UNSE, donde los productores compartieron su experiencia y saberes tradicionales. Estudiantes avanzados realizando los análisis en laboratorio.*

ISBN 978-987-47159-9-9

2.1.2. Actividades de los productores

Los productores locales, con conocimientos tradicionales sobre manejo agrícola, participaron en la elaboración de biopreparados y en la validación de su efectividad en campo (FIGURA 2). Sus actividades incluyeron:

- Participación en los talleres de capacitación impartidos por técnicos del Instituto Nacional De La Agricultura Familiar, Campesina e Indígena (INAFCI) y del Instituto de Cultura Popular (INCUPO) quienes los instruyeron en la preparación de biopreparados, usando materiales como estiércol, plantas autóctonas y residuos orgánicos.
- Preparación de biopreparados
- Intercambio de saberes: Compartieron con los estudiantes sus conocimientos sobre agricultura tradicional y discutieron posibles mejoras.
- Diseño de los experimentos de implementación de biopreparados: aplicaron los biopreparados en cultivos y observaron los cambios en el crecimiento de los cultivos, resistencia a plagas y mejora del suelo.



FIGURA 2. *Productores elaborando biopreparados en colaboración con los estudiantes y docentes de la FAyA-UNSE, empleando fórmulas basadas en sus recursos naturales disponibles.*

2.1.3. Métodos

Se llevaron a cabo la elaboración de los biopreparados a partir de recursos naturales locales siguiendo prácticas tradicionales y protocolos mejorados que se adquirieron a través de capacitaciones realizadas por técnicos de la INAFCI e INCUPO. Los biopreparados elaborados fueron: Supermagro, Extracto macerado de Ortiga, Caldo Ceniza, Fungicida a base de Cola de Caballo, Bioinsecticida a base de paraíso y ruda, Bio-repelente a base de ajo y ají, Silo de microorganismos. El proyecto siguió un diseño experimental con parcelas controladas. Los biopreparados fueron aplicados en diferentes concentraciones y tipos de cultivos (hortalizas), se evaluó su impacto en el crecimiento de las plantas, resistencia a plagas y propiedades del suelo. Los parámetros fisicoquímicos analizados fueron pH, nitrógeno total y amoniacal, fósforo total, sodio, potasio, litio sodio y calcio y conductividad eléctrica.

3. RESULTADOS

Este proyecto permitió obtener resultados significativos, tanto en términos científicos como sociales.

ISBN 978-987-47159-9-9

Los análisis fisicoquímicos realizados por los estudiantes de la UNSE reflejan la experiencia que adquirieron en la cuantificación de la composición química de los biopreparados utilizando diversas técnicas analíticas. Las características fisicoquímicas de los biopreparados se muestran en TABLA I.

TABLA I *Características Fisicoquímicas de Diversos Biopreparados para Uso Agroecológico*

Biopreparado	*Supermagro*	*Silo de Microorganismos*	*Paraíso y ruda*	*Cola de caballo*	*Ajo y picante*	*Ortiga*
Indicador			Valores			
pH	4,3 ± 0,1	3,1 ± 0,1	4,9 ± 0,1	7,11 ± 0,08	5,18 ± 0,04	7,9 ± 0,1
Electroconductividad; (µS/cm)	8213 ± 392	7480 ± 449	1799 ± 19	1649 ± 10	1284 ± 2	6730 ± 584
Nitrógeno; %	1,26	0,66	0,14	1,94	0,54	1,30
Nitrógeno amoniacal; ppm	5,9 ± 0,5	45,6 ± 0,2	2,3 ± 0,2	3,1 ± 0,5	39 ± 4	64 ± 1
Fósforo; ppm	3,08±0,02	0,65±0,07	2,24±0,12	1,11±0,40	10,40±0,65	1,29±0,37
Sodio (Na^+); ppm	960 ± 55	106 ± 6	115 ± 6	72 ± 5	10 ± 1	154 ± 5
Potasio (K^+); ppm	210 ± 8	140 ± 2	125 ± 1	117 ± 1	121 ± 5	137 ± 1
Litio (Li^+); ppm	375 ± 50	1508 ± 14	1901 ± 7	538 ± 13	194 ± 14	972 ± 14
Calcio (Ca^{2+}); ppm	1320 ± 35	1940 ± 10	2012 ± 5	824 ± 11	244 ± 14	1320 ± 15
Bario (Ba^{2+}); ppm	504 ± 12	570 ± 7	110 ± 8	304 ± 5	102 ± 7	480 ± 13

El Supermagro, clasificado como biofertilizante, muestra una alta conductividad eléctrica (8213 µS/cm), un contenido moderado de nitrógeno (1,26%) y fósforo (3,08 ppm), lo que lo hace adecuado para mejorar la fertilidad del suelo. El Silo de Microorganismos, un estimulante, posee un pH ácido (3,1) y una alta cantidad de litio (1508 ppm), sugiriendo su eficacia en la activación de microorganismos del suelo. El Paraíso y ruda, como bioinsecticida, destaca por su alta concentración de litio (1901 ppm) y un nivel bajo de nitrógeno (0,14%), lo que podría estar relacionado con su acción insecticida. La Cola de caballo, fungicida, presenta un pH neutro (7,11), alta concentración de calcio (2012 ppm), lo que sugiere su uso en el control de hongos. El Ajo y picante, biorepelente, con alto contenido de fósforo (10,40 ppm) y nitrógeno amoniacal (39 ppm), lo que podría contribuir a su eficacia en repeler plagas. La Ortiga, clasificada como fitoestimulante, combina un pH alcalino (7,9) con una notable concentración de calcio (1320 ppm) y litio (972 ppm), lo que puede potenciar el crecimiento vegetal.

El intercambio de conocimientos entre productores, técnicos, docentes y estudiantes resultó en la elaboración de un rótulo que no solo identifique los biopreparados, sino que además describa su composición, de acuerdo con las normativas vigentes para la comercialización y uso adecuado de los mismos. Mediante la transferencia tecnológica de estos nuevos biopreparados se obtendrá un beneficio para toda la sociedad en general (consumo de alimentos saludables y menor impacto negativo ambiental con la disminución en el uso de agroquímicos).

4. REFLEXIONES SOBRE EL IMPACTO DEL PROYECTO

En este proyecto se articularon 3 cátedras de la FAyA: Química General e Inorgánica, Química Orgánica y Análisis Instrumental, lo que permitió aportar una visión integral del análisis de los biopreparados. Cada cátedra contribuyó con enfoques específicos: Química General e Inorgánica se centró en la caracterización de parámetros fisicoquímicos básicos, Química Orgánica abordó la identificación de compuestos activos y metabolitos relevantes, y Análisis Instrumental brindó herramientas para la cuantificación y monitoreo de componentes clave en cada producto. Los estudiantes destacaron que la posibilidad de aplicar conocimientos teóricos en un contexto real les permitió entender mejor los desafíos prácticos de la agricultura y la agroecología. Uno de los estudiantes comentó: "Aplicar lo aprendido en la universidad en un entorno productivo real fue una experiencia transformadora, ya que nos mostró el impacto directo que puede tener la química en la vida cotidiana".

Por su parte, los productores señalaron que el proyecto les permitió mejorar sus prácticas agrícolas de forma ecológica, rentable y sustentable. La transferencia de conocimientos fue efectiva a través de varias estrategias de capacitación y difusión. Los talleres impartidos a los productores sobre la elaboración de biopreparados agroecológicos permitieron una apropiación práctica de los métodos y el conocimiento técnico. Uno de los productores expresó: "Aprendimos a usar lo que tenemos a mano para mejorar nuestros cultivos sin depender de productos químicos caros".

Finalmente, los docentes e investigadores reflexionaron sobre el éxito del proyecto como un modelo de colaboración interdisciplinaria que no solo promueve el aprendizaje significativo, sino que también tiene un impacto tangible en el desarrollo sostenible de la región.

5. CONCLUSIONES

El proyecto resalta la importancia de integrar la enseñanza de la química con la práctica agrícola, promoviendo un modelo de desarrollo rural más sostenible y consolidando la relación entre la academia y las comunidades locales. A través de la aplicación de conceptos teóricos en escenarios reales, los estudiantes pudieron conectar su aprendizaje en la evaluación de principios activos y caracterización fisicoquímica de biopreparados con problemas concretos del sector agropecuario, lo que fortaleció su comprensión y preparó su capacidad para enfrentar desafíos profesionales futuros.

La colaboración entre estudiantes, docentes, investigadores y productores permitió un enfoque interdisciplinario que fomenta no solo el desarrollo de competencias químicas, sino también habilidades clave para el mundo laboral, como el trabajo en equipo, la comunicación y la resolución de problemas en contextos complejos. Además, la participación en proyectos de extensión universitaria orientados a la agroecología involucró a los estudiantes en el desarrollo de soluciones sostenibles para el sector agrícola, reforzando el papel de la química en la agroindustria y estimulando la innovación a través de la creación de productos que favorecen el uso eficiente de los recursos naturales.

El fortalecimiento del vínculo entre la universidad y la comunidad es otro aspecto destacado, ya que el intercambio de conocimientos con los productores locales contribuye al desarrollo local y posiciona a la universidad como un actor fundamental en la resolución de problemas regionales, ampliando su responsabilidad social en la formación de profesionales.

Finalmente, al situar la enseñanza de la química en un contexto que impulsa el desarrollo rural y la agroecología, se forman profesionales no solo con conocimientos científicos, sino también con un compromiso social hacia la sostenibilidad y la transformación del entorno rural.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la Facultad de Agronomía y Agroindustrias de la Universidad Nacional de Santiago del Estero y al Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (MINCyT) por el financiamiento del Proyecto acreditado SE-7-PFI-2022. Resolución IF-2022-118809815-APN-SSFCTEI#MCT. A la Secretaría de Agricultura Familiar, Campesina e Indígena Delegación Santiago del Estero – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. A las instituciones participantes MEZAT – Mesa Zonal del Ámbito Tierra y Cooperativa Agroecológica Loreto. A los técnicos. técnicos de la INAFCI e INCUPO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO (2022). The State of Food Security and Nutrition in the World 2022: Transforming food systems for food security, improved nutrition, and affordable healthy diets for all. FAO. DOI.10.4060/cc0639en

Gamage, A., Gangahagedara, R., Gamage, J., Jayasinghe, N., Kodikara, N., Suraweera, P., & Merah, O. (2023). Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture. *In Farming System*, *1*(1). https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100005

Getu, G. tsadik, Mebrahitu, G. kidan, & Yohannes, G. (2024). Effects of Context-Based Teaching Chemistry on Students' Achievement: A Systematic Review. *Jurnal Pijar Mipa*, *19*(2), 190–197. https://doi.org/10.29303/jpm.v19i2.6458

Gupta, S., & Dikshit, A. K. (2010). Biopesticides: an ecofriendly approach for pest control. Journal of Biopesticides, 3, 186–188. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:14683755

Wezel, A., Herren, B. G., Kerr, R. B., Barrios, E., Gonçalves, A. L. R., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *In Agronomy for Sustainable Development, 40*(6). https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1atHJQLPjrHgXM-A4XCCrr9OtIPLdzxUF/view

ISBN 978-987-47159-9-9

LA QUÍMICA EN LA ELABORACIÓN DE MERMELADAS

María Fernanda Laborde

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Olavarría, Buenos Aires, Argentina.
mfernandalaborde@gmail.com

Mariana Belén Laborde*

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Olavarría, Buenos Aires, Argentina.
mariana.b.laborde@gmail.com

Resumen

En el marco del Proyecto de Extensión "Elaboración de Alimentos Seguros con Valor Agregado para productores de la Economía Solidaria y/o Popular", los estudiantes de la Licenciatura en Tecnología de los Alimentos participaran junto con la comunidad en general en el desarrollo del taller de elaboración de mermeladas tradicionales que estará a cargo de la Dra. Lic. Mariana Laborde. En este taller se compartirán conocimientos basados en la química necesarios para controlar y optimizar cada etapa de la fabricación de las mermeladas: cocción y conservación. En el caso de la conservación de mermeladas la química juega un papel importante para controlar la actividad del agua, el pH y el contenido de azúcar, que permiten formular mermeladas que sean seguras para el consumo a largo plazo. Por lo que, se espera que la participación de los estudiantes en este taller en conjunto con los emprendedores, les brinde un fortalecimiento de sus conocimientos académicos mediante el intercambio con los saberes populares.

Palabras clave: *mermelada; actividad del agua; pH; proyecto de extensión; azúcar*

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de extensión "Elaboración de Alimentos Seguros con Valor Agregado para productores de la Economía Solidaria y/o Popular" de la Facultad de Ingeniería, UNCPBA, surge para dar respuesta a la demanda de algunos actores sociales, canalizada a través de la articulación con el Punto de Extensión Territorial Olavarría, dicho proyecto consta de diferentes talleres teóricos-prácticos. El primer taller fue Manipulación Higiénica de Alimentos (ResCAFI 258/22), para acceder al carnet de manipulador de alimentos de forma gratuita. Posterior a este se desarrollarán talleres sobre: elaboración de productos de origen vegetal, emprendimiento, estimación de costos y precio de venta, y comunicación popular y creación de contenidos para redes sociales. Estos se realizarán en forma transdisciplinar, armando comisiones de trabajo con integrantes de todas las partes involucradas.

Uno de los talleres de elaboración de productos de origen vegetal será el de elaboración de mermelada. Según el Código Alimentario Argentino (CAA), con la denominación genérica de *Mermelada* se entiende *"a la confitura elaborada por cocción de frutas u hortalizas (enteras, en trozos, pulpa tamizada, jugo y pulpa normal o concentrada), con uno o más de los edulcorantes mencionados en el Artículo 807" (Capítulo X, Art. 810).*

En este taller se transmitirán los conocimientos para interpretar los procesos fisicoquímicos que ocurren en la elaboración de mermelada (Shen et al., 2021), ya que de esta manera se puede:

- Controlar la textura: Entender la gelificación de la pectina permite ajustar la consistencia de la mermelada, logrando un equilibrio adecuado entre firmeza y untuosidad.
- Optimizar el sabor: Conocer la inversión de la sacarosa ayuda a evitar la cristalización del azúcar y mejorar el dulzor, manteniendo una textura suave. Además, entender las reacciones de Maillard o la caramelización permite controlar sabores y coloraciones no deseadas.

ISBN 978-987-47159-9-9

- Asegurar la conservación: El conocimiento del equilibrio entre ácidos y azúcares es crucial para la preservación. Un correcto balance asegura un pH adecuado que inhibe el crecimiento microbiano, mejorando la vida útil del producto.

La enseñanza de la química es fundamental en la fabricación de mermelada, ya que, ayuda a lograr un producto de alta calidad, estable y con buen sabor. Debido a que de esa manera se puede mejorar la formulación, realizando ajustes en la cantidad de pectina, azúcar y ácido, optimizando la receta según el tipo de fruta utilizada o los requerimientos de producción y, también, reducir errores y pérdidas, evitando problemas como la cristalización del azúcar, la falta de firmeza o la sobrecocción, lo que mejora la calidad del producto final.

2. OBJETIVOS

- Empoderar a los asistentes populares del *Taller de Elaboración de Mermeladas* con conocimientos fisicoquímicos fundamentales aplicados a la elaboración y conservación de mermeladas.
- Facilitar que los estudiantes de la Licenciatura en Tecnología de los Alimentos participantes del Taller de Elaboración de Mermeladas comprendan el impacto de su futura profesión en la mejora de la salud y el bienestar comunitario, adquiriendo experiencia en el trabajo colaborativo, la comunicación efectiva y la sensibilización sobre los desafíos sociales de su profesión.

3. METODOLOGÍA

3.1. Participantes

El taller es una metodología de formación que facilitará el abordaje de la temática del proceso de elaboración de mermelada, promoviendo la participación activa, la cooperación, la reflexión y el intercambio de ideas. Se basará en el diálogo como una fuente de enriquecimiento mutuo y en la búsqueda conjunta de la construcción del conocimiento. Su enfoque principal reside en la participación de todos los involucrados, quienes colaboran en la creación de ese "algo" que se busca alcanzar a través del desarrollo del encuentro. Los involucrados de estos encuentros serán personas que trabajan en merenderos y/o cocinas populares, emprendedores, ama de casa, etc., y por parte de la Facultad de Ingeniería, UNCPBA, participarán docentes del departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos y estudiantes de la Carrera Licenciatura en Tecnología de los Alimentos

3.2. Propuesta de Taller

El taller iniciara con la presentación de todos los participantes, para luego comenzar con conocimientos teóricos sobre buenas prácticas de manufactura para la elaboración de un alimento seguro y los procesos fisicoquímicos que ocurren durante la elaboración de mermeladas. Se intercambiará conocimiento con respecto a la “receta” para la elaboración de la mermelada, fortaleciendo los conocimientos populares con los conocimientos técnicos fundamentados en la química. Finalmente se procederá a la elaboración y envasado de una mermelada de frutas seleccionadas de estación.

3.3. Fundamentos Químicos

Las mermeladas se han elaborado desde tiempos remotos tanto en el hogar como a nivel industrial. En ambos casos, el proceso básico es simple: cocción prolongada con una cantidad considerable de azúcar, que oscila entre el 65% y el 100% del peso de la fruta fresca en su punto óptimo de maduración. Por lo general, la fruta es triturada y tamizada, aunque los detalles específicos varían según la receta y el tipo de fruta utilizada. Sin embargo, en este proceso de elaboración ocurren procesos fisicoquímicos y reacciones químicas que son clave para lograr la consistencia firme y untuosa característica de la mermelada. Esta consistencia se logra debido a la gelificación, proceso mediante el cual la pectina, junto con el azúcar y el ácido, forman una red tridimensional que atrapa el agua y los sólidos disueltos, creando una textura espesa y gelatinosa.

ISBN 978-987-47159-9-9

La pectina es un polímero estructuralmente complejo que incluye al menos 17 monosacáridos diferentes, conectados entre sí por más de 20 tipos de enlaces, siendo el ácido galacturónico el más abundante, seguido por L-arabinosa, D-galactosa y L-ramnosa entre otros. En su mayor parte, la pectina está formada por una cadena lineal de unidades consecutivas de ácido α-D-galacturónico conectadas por enlaces 1,4. Los grupos carboxílicos (-COOH) están parcialmente metilesterificados (-$COOCH_3$) en C-6 y, a veces, acetilesterificados predominantemente en la posición O-3 y ocasionalmente en la posición O-2 (Chan et al., 2017; Kaya et al., 2014; Baker et al., 2005) (FIGURA 1).

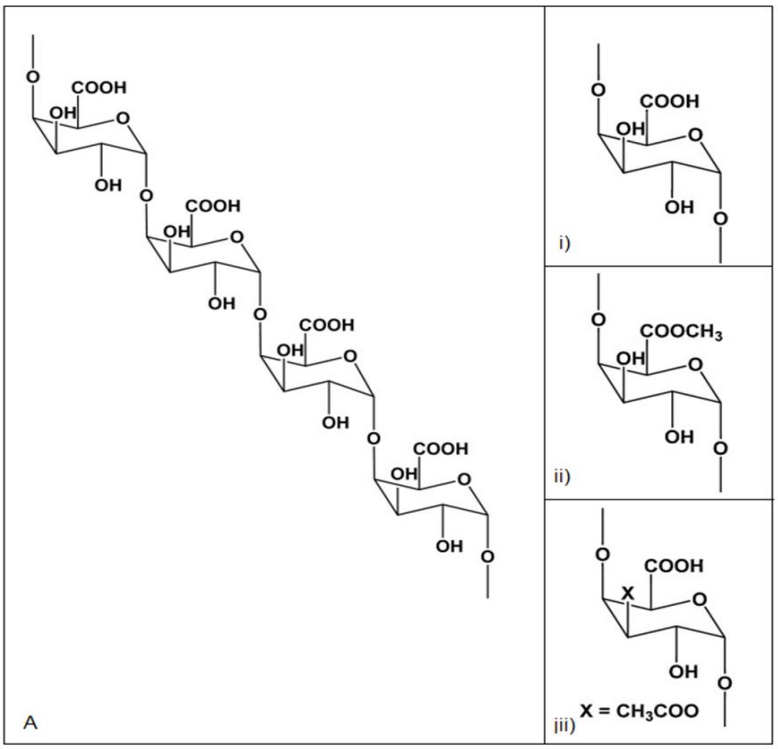


FIGURA 1. *(A) Pectina con unidades de ácido d- galacturónico unidas por enlaces α-1,4. (i) ácido galacturónico, (ii) ácido galacturónico metilada y (iii) ácido galacturónico acetilada. (Fuente: Chan et al., 2017).*

El porcentaje de carboxilos metilados define el grado de esterificación (GE), mientras que el porcentaje de carboxilos amidados establece el grado de amidación (GA). Cuando el grado de esterificación supera el 50%, se trata de pectinas con alto grado de metilación (PAM). Si es menor al 50%, se consideran pectinas con bajo grado de metilación (PBM). Y este parámetro es fundamental en el mecanismo de formación del gel en la elaboración de la mermelada. Debido a que las PAM puede formar geles en condiciones de bajo pH (entre 1 y 3,5) y alto contenido de azúcar (entre 55 y 85%), mediante enlaces de hidrógeno y las fuerzas hidrofóbicas entre los grupos metilo. Mientras que, la gelificación de las PBM se produce mediante la formación de enlaces iónicos a través de puentes de calcio entre dos grupos carboxilo de dos cadenas diferentes muy próximas, lo que se conoce como el modelo de "caja de huevos", en un amplio rango de acidez e incluso en condiciones sin azúcar o con menos azúcar (Wu, et al., 2024; Baker et al., 2005; Evageliou, et al, 2000).

El proceso de gelificación ocurre en un medio compuesto por cuatro ingredientes clave: pectina, agua, azúcar y ácido. Los ácidos pueden ser los propios de las frutas (cítrico, tartárico, málico, etc.) o añadirse durante la preparación, generalmente, se utiliza ácido tartárico o cítrico, prefiriéndose el primero por su menor intensidad de sabor ácido. Mientras que, la pectina, inicialmente los grupos carboxílicos se encuentran parcialmente ionizados, lo que provoca que las cadenas tengan carga eléctrica negativa, generando cierta repulsión y separación entre ellas. Sin embargo, la adición de azúcar y ácido altera esta situación. El azúcar actúa deshidratando la pectina, llevándola al límite de su solubilidad. Por su parte, el ácido, al ser más fuerte que los ácidos naturales de la pectina, reduce el número de grupos carboxílicos ionizados, disminuyendo la carga

eléctrica y favoreciendo las uniones físicas entre las moléculas de pectina. De esta manera, la interacción entre el azúcar y el ácido sobre la pectina disuelta, en combinación con la temperatura adecuada facilita la solubilización y las uniones físicas, generando una estructura reticulada que, al enfriarse, se solidifica formando un gel (Laborde, 2019; Pons, 2009).

4. EXPECTATIVAS DE RESULTADOS

Este taller se brindó años anteriores al público en general de la ciudad de Olavarría en el marco del programa "Escuelas de Formación Profesional" del Centro Cultural Universitario de la UNICEN, donde se observó que los asistentes presentan los conocimientos sobre la elaboración y conservación de las mermeladas, pero desconocen el fundamento de las acciones que realizan en la cocción y envasado de las mismas, no pudiendo intervenir ante problemáticas en textura, color y/o sabor.

Es por esto que, en el marco del Proyecto de Extensión actual en el cual se dictará el taller, para conocer adquisición de los conocimientos de los procesos fisicoquímicos que se producen durante la elaboración de mermelada, se propone realizar un test de cinco preguntas sobre la temática. El mismo se llevará a cabo, antes y después de realizar la explicación teórica para obtener una estadística de la importancia del intercambio de conocimientos. Las preguntas que se realizarán serán las siguientes:

1) ¿Qué ingredientes son importantes para la gelificación de la mermelada?
2) ¿Cuál es la problemática principal en la mermelada si no se agregan los ingredientes de manera y cantidad adecuada?
3) Existen 2 tipos de pectina de bajo y alto metoxilo ¿Ambas se pueden utilizar en el mismo rango de pH y contenido de azúcar?
4) Además de la gelificación, ¿Qué otra reacción química puede tener lugar durante la cocción de la mermelada?
5) ¿Por qué se agrega la pectina junto con el azúcar durante la elaboración de mermelada?

Por lo mencionado de la experiencia anterior, es que se espera que exista una diferencia entre las respuestas del test propuesto al iniciar y finalizar el taller.

5. CONCLUSIONES

Se pretende que, al finalizar este taller, los participantes puedan diagnosticar y corregir problemas comunes en la elaboración de mermelada, como la falta de firmeza o problemas de conservación.

Por otra parte, mediante el compartir saberes populares y académicos se espera construir vínculos entre las partes involucradas. Finalmente, se desea empoderar a los trabajadores de la economía solidaria y/o popular para que puedan tomar decisiones en la elaboración de este producto con la posibilidad de poder acceder y/o comercializar un alimento seguro y de alto valor nutricional.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires por la financiación del Proyecto “Elaboración de Alimentos Seguros con Valor Agregado para productores de la Economía Solidaria y/o Popular” (Resolución N°2509 del 2023) en el marco del cual se realizó este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baker, R. A., Berry, N., Hui, Y. H., & Barrett, D. M. (2005). Fruit preserves and jams. *Processing fruits: science and technology, 2*, 112-125.

Chan, S. Y., Choo, W. S., Young, D. J., & Loh, X. J. (2017). Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. *Carbohydrate polymers, 161*, 118-139.

Código Alimentario Argentino (CAA). https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario

Evageliou, V., Richardson, R. K., & Morris, E. R. (2000). Effect of pH, sugar type and thermal annealing on high-methoxy pectin gels. *Carbohydrate Polymers, 42*(3), 245-259.

Kaya, M., Sousa, A. G., Crépeau, M. J., Sørensen, S. O., & Ralet, M. C. (2014). Characterization of citrus pectin samples extracted under different conditions: influence of acid type and pH of extraction. *Annals of botany, 114*(6), 1319-1326.

Laborde, M. B. (2019). Mermeladas de bajo contenido calórico a partir de uva osmodeshidratada: efecto de la sustitución de azúcares naturales por steviósidos y maltodextrina en las propiedades físicas, antioxidantes y atributos sensoriales.Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ingenieria. https://www.ridaa.unicen.edu.ar/items/bda0b809-08ac-4509-ad60-ed2c37ec2e63

Liu, J., Bi, J., McClements, D. J., Liu, X., Yi, J., Lyu, J., ... & Liu, D. (2020). Impacts of thermal and non-thermal processing on structure and functionality of pectin in fruit-and vegetable-based products: A review. *Carbohydrate Polymers*, *250*, 116890. https://doi.org/10.1016 /j.carbpol.2020.116890

Pons, J. A. M. (2009). La preparación de mermelada como recurso didáctico. Anales de Química de la RSEQ, (3), 221-226.

Shen, M., Liu, L., Zhang, F., Jiang, Y., Huang, Z., Xie, J., ... & Xie, M. (2021). Effects of processing parameters on furan formation in canned strawberry jam. *Food Chemistry*, *358*, 129819.

Wu, C. L., Liao, J. S., Wang, J. M., & Qi, J. R. (2024). Gelation behavior and mechanism of low methoxyl pectin in the presence of erythritol and sucrose: The role of co-solutes. International *Journal of Biological Macromolecules, 271*, 132261.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1yx7vkOzCLQ__56PT7_dbfzoPg6p-PaKt/view

ISBN 978-987-47159-9-9

RECUPERACIÓN SOSTENIBLE DE SUBPRODUCTOS A BASE DE QUERATINA A PARTIR DE DESECHOS DE LA INDUSTRIA PORCINA

María Noelia Lucero

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO), Mendoza, Argentina.
mnl20022000@gmail.com

Gisela Castro

Instituto de Educación Superior Alvear, Universidad General Alvear Cooperativa (IDESA - UGACOOP), General Alvear, Mendoza, Argentina.
gncastro345@gmail.com

Rodolfo Wuilloud

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO), Instituto Interdisciplinario de Ciencias Básicas (ICB-CONICET UNCUYO) Centro Científico Tecnológico (CCT) CONICET-Mendoza, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Mendoza, Argentina.
rodolfowuilloud@gmail.com

Resumen

La queratina es un biopolímero estructural presente en múltiples fuentes naturales de origen animal, que frecuentemente representan un desafío para la adecuada eliminación por el impacto ambiental que genera su acumulación. Esta proteína es muy insoluble en solventes polares por la presencia de grupos cistina, por lo que su solubilización requiere de condiciones extremas como el uso de altas presiones y temperaturas, presencia de fuertes reactivos o enzimas específicas que sean capaces de romper estos enlaces. El objetivo del presente trabajo es contribuir a la evaluación de subproductos a base de queratina apostando a la innovación científica y tecnológica, a la diversificación productiva y a la sustentabilidad a nivel local. Para ello, en principio se planteó un nuevo proceso tecnológico para la recuperación sostenible de subproductos a base de queratina a partir de desechos de la industria porcina, usando como medio extractivo disolución acuosa de cenizas. Posteriormente, se caracterizó física y químicamente el hidrolizado de queratina obtenido, y, por último, se evaluó la utilidad de los extractos líquidos obtenidos como medio de cultivo bacteriológico.

Palabras clave: *queratina; extracción; industria porcina; recuperación sostenible; medio de cultivo.*

1. INTRODUCCIÓN

El sector porcino en Argentina ha registrado un desarrollo exponencial y continuo, desde el año 2010 hasta la fecha, con indicadores de crecimiento del 150% en ese período (Secretaría de Agricultura, 2020). Como consecuencia de esta intensa actividad, se producen grandes volúmenes de residuos de origen animal, entre éstos, los pelos de cerdo de difícil degradación y cuya disposición final representa un problema ambiental aún sin resolver.

La recuperación de residuos agroindustriales para generar productos con alto valor agregado constituye un desafío que presenta grandes potenciales (Purandaradas et al., 2.018). La queratina presente en el pelo de cerdo es un recurso versátil y sostenible que puede ser valorizado en diversos campos y aplicaciones.

A nivel global, se registran abundantes antecedentes sobre distintos métodos químicos, enzimáticos y físicos de extracción de queratina procedente, en mayor medida, de plumas de pollo (Alahyaribeik y Ullah, 2020). En menor proporción, se advierten investigaciones que involucran pelo de cerdo, conejo, camello, cabello humano (Agarwal et al., 2.019), lana de oveja, residuos de la industria pesquera y bovina (Fernández-d'Arlas, 2018). Estos procesos implican el uso de reactivos químicos, enzimas específicas y/o asistencia con métodos

ISBN 978-987-47159-9-9

físicos de alto gasto energético que involucran el uso de equipos de vanguardia, que, cuando son aplicados a una escala industrial, representan una fuente potencial de contaminación ambiental, además del gasto de recursos materiales y energéticos que conducen a no ser asequibles ni sostenibles.

Desde esta perspectiva, la presente investigación se enfoca en el desarrollo de un nuevo proceso tecnológico extractivo para la obtención de subproductos de base queratínica a partir de la hidrólisis de pelos de cerdo, aplicando métodos sencillos (que no requieran de equipos sofisticados), viables económicamente y que no provocan daños en el medio ambiente.

El diseño metodológico de la investigación fue experimental. En principio, se analizaron distintos parámetros para caracterizar el pelo de cerdo crudo y las cenizas a utilizar para elaborar las soluciones alcalinas. Se realizaron observaciones micro y macroscópicas del pelo de cerdo antes y después del tratamiento, se determinó la concentración de nitrógeno total por el Método Kjeldahl, además de comprobar los enlaces peptídicos característicos de la queratina por Espectroscopía Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR). En el caso de las cenizas, con la finalidad de tener información sobre su composición, se evaluaron las muestras mediante Difracción de Rayos X por el método Refinamiento Rietveld y Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier. Por otro lado, se identificó el pH, la densidad y la conductividad de las soluciones de cenizas preparadas.

Luego, se buscaron las mejores condiciones (origen y concentración del medio extractivo, condiciones de agitación, tiempo y temperatura) mediante diferentes experimentos para aumentar la eficiencia de obtención de la fase líquida (proteína solubilizada) del producto de hidrólisis del residuo sólido, compatibles con la visión sostenible en la cual se enmarca el proyecto. En las muestras analizadas se determinó pH, densidad, conductividad, caracteres organolépticos, se estudiaron los picos característicos de la queratina por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), se determinó la concentración de nitrógeno total por el método de Kjeldahl; esta técnica se complementó con los resultados arrojados para determinar la concentración proteica por Espectrofotometría UV-Visible mediante el método colorimétrico de Biuret y el tamaño de péptidos hidrolizados por Electroforesis en gel.

Posteriormente, se hicieron ensayos utilizando el hidrolizado proteico conseguido como medio de cultivo microbiológico. Se preparó el medio de cultivo con la muestra de hidrolizado, se inoculó con *Escherichia Coli* (cepa DHAS), se incubó a 37°C y se evaluó el crecimiento bacteriano con espectrofotómetro a 600nm (Densidad Óptica (OD)).

Los resultados de los experimentos llevados a cabo han demostrado seguir una vía posible en la recuperación de subproductos a base de queratina a partir de desechos generados por la industria porcina, incorporando un nuevo proceso tecnológico mediante el uso de un medio extractivo no convencional, económico y de fácil acceso; y una aplicación disruptiva como caldo de cultivo para el crecimiento de microorganismos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Adecuación del pelo de cerdo

El pelo de cerdo utilizado fue rescatado del Matadero Municipal de General Alvear, Provincia de Mendoza, Argentina. El proceso de adecuación comienza con un primer lavado con agua y jabón (a 50°C), continuando con etanol al 70% para eliminar restos de grasas y otros residuos no deseados. Posteriormente, la muestra recolectada se secó al aire en condiciones normales, para finalmente reducir su tamaño con un molinillo a hélice.

2.2. Adecuación de las cenizas

Se quemaron alrededor de 200kg de madera de eucalipto para obtener 4kg de cenizas tamizadas en malla de 1mm, y alrededor de 100kg de mezcla de distintas maderas (92% de algarrobo, 3% de membrillo, 3 % de ciruelo, 1% de álamo y 1% de eucalipto) para obtener 4kg de cenizas tamizadas en malla de 1mm.

2.3. Preparación de soluciones alcalinas

ISBN 978-987-47159-9-9

Para obtener el medio extractivo en el cual se solubilizó la queratina proveniente del pelo de cerdo, se prepararon soluciones de cenizas de distinto origen, provenientes de cenizas de eucalipto y mezcla de cenizas; de aquí en más, soluciones A y soluciones B, respectivamente. A su vez, dichas mezclas, fueron elaboradas en tres concentraciones diferentes al 10 %m/v, al 20 %m/v y al 30 %m/v cenizas/agua.

2.4. Metodologías de solubilización de queratina contenida en pelos de cerdo

Se llevaron a cabo experimentos para determinar las mejores condiciones de solubilización de queratina proveniente de pelo de cerdo, usando soluciones alcalinas de cenizas y evaluando la influencia de distintos factores en el proceso.

En el presente trabajo se analizó únicamente la fase líquida (proteína solubilizada) del producto de hidrólisis del residuo sólido proveniente de la industria porcina.

En principio se estudiaron las propiedades físico químicas generales y los caracteres organolépticos de los subproductos líquidos obtenidos en el proceso de solubilización de queratina bajo distintas condiciones que permitieron establecer relaciones sobre la influencia de la concentración y el origen de las soluciones alcalinas de cenizas, las condiciones de agitación, el tiempo y la temperatura del proceso; para posteriormente, valorizar el contenido de nitrógeno presente y su correlación con la concentración proteica de las muestras.

TABLA I. *Cuadro resumen de los factores estudiados en el proceso de extractivo de queratina a partir de pelos de cerdo*

	Influencia del origen y la concentración de soluciones salinas.	***Influencia de las condiciones de agitación.***	***Influencia del tiempo y la temperatura***
Variable Independiente	Soluciones A: provenientes de cenizas de eucalipto. Soluciones B: provenientes de mezcla de maderas. Concentración: al 10% m/v, al 20% m/v, al 30%m/v.	Agitador magnético Baño ultrasónico	T_1: 1h a 40°C T_2: 1h a 70°C T_3: 3h a 40°C T_4: 3h a 70°C T_5: 5h a 40°C T_6: 5h a 70°C
Variable Dependiente	Recuperación de extracción de queratina mediante la evaluación de contenido de Nitrógeno total		
Variables Controladas	Tiempo (1h), Temperatura (70°C), Concentración de Pelos de Cerdo (4%m/v), Condiciones de agitación (agitador magnético).	Tiempo (1h), Temperatura (40°C, 50°C, 70°C), Concentración de Pelos de Cerdo (4%m/v), Concentración y origen de las soluciones (30%m/v -soluciones B)	Concentración de Pelos de Cerdo (4%m/v), Concentración y origen de las soluciones (30%m/v -soluciones B), Condiciones de agitación (agitador magnético)
Ensayos	Por triplicado		
Diseño	Comparación de grupos		
Tipo de Datos	Cuantitativos (rendimiento en porcentaje) y cualitativos (caracteres organolépticos).		

2.5. Evaluación de la utilidad del subproducto obtenido a partir de las propiedades desprendidas de la caracterización del hidrolizado.

Se valoró la utilidad del hidrolizado obtenido como base nutritiva para medio de cultivo mediante la determinación del crecimiento bacteriano por medio de la técnica de Densidad Óptica (OD). Se realizaron, por triplicado, controles positivos (inoculados con Escherichia Coli (cepa DHAS)) y controles negativos medios (sin inocular) en Medio LB (*Lysogeny Broth*) estándar y Medio LB (Lysogeny Broth) alternativo preparado reemplazando la peptona por queratina hidrolizada en las condiciones descriptas en el párrafo anterior.

ISBN 978-987-47159-9-9

2.6. Análisis estadístico

Se realizó el correspondiente análisis estadístico de varianza mediante ANOVAS con el software Infostat v. 2013 (Grupo InfoStat, FCA, Argentina), las diferencias se compararon mediante la prueba de Tukey usando un nivel de significancia α= 0,05.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización del pelo de cerdo antes del proceso de solubilización.

Por otro lado, se obtuvo una concentración de nitrógeno total de 9,37% en el pelo de cerdo sin tratar mediante el Método Kjeldahl. Este valor multiplicado por el factor de conversión 6,25 para conocer la relación proteica, indica que las muestras de pelo de cerdo obtenidas del matadero contenían una concentración de queratina del 58,56%.

Este valor es menor al encontrado en la bibliografía, la cual aduce que, en el pelo de cerdo, se encuentra entre un 65% y 80% de queratina. Esto puede deberse a que los pelos de cerdo recogidos del matadero venían mezclados con una gran cantidad de otros residuos propios de la actividad de faena.

En la FIGURA 1 puede observarse que en el pelo sin tratamiento las fibras son gruesas, rígidas y compactas, mientras que, en el pelo sometido a hidrólisis, las fibras son finas, quebradizas, livianas y están incompletas. Teniendo en cuenta la regla de calibración del micrómetro provisto en el microscopio digital, puede apreciarse una disminución en el ancho del pelo, pasando, en promedio, de 0,20 mm en el pelo sin tratamiento a hebras menores a 0,05 mm.

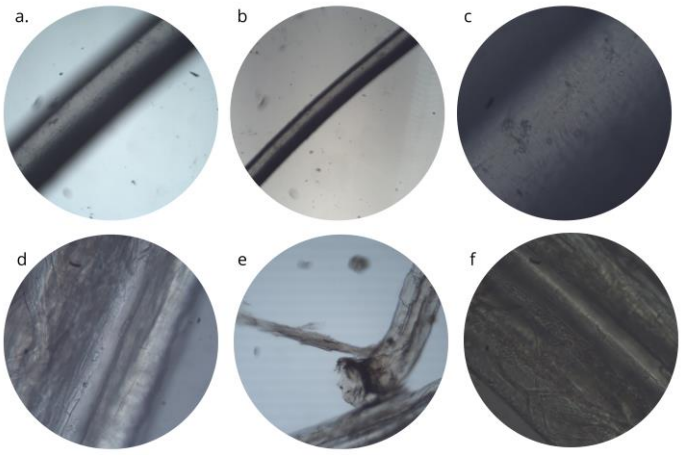


FIGURA 1. *Pelo de cerdo antes y después de la hidrólisis. Microscopio óptico. a), b), c) Vista microscópica del pelo de cerdo antes del tratamiento. d), e), f) Vista microscópica del pelo de cerdo después del tratamiento.*

En la FIGURA 2 pueden observarse las bandas características de los enlaces peptídicos (-CONH) en los espectros FTIR. Las bandas conocidas como Amida A (1 en la FIGURA 2: pico en 3.283,3 cm^{-1}) son las pertenecientes al enlace -OH con vibraciones en los enlaces N-H. Las bandas Amida I (3 en la FIGURA 2: picos de 1.600,0 a 1.700,0 cm^{-1}), son aquellas relacionadas con las vibraciones de los enlaces C=O. Esta banda es característica de estructura de α-hélice. Las bandas Amida II (4 en la FIGURA 2: picos de 1.480,0 a 1.580,0 cm^{-1}), son aquellas relacionadas con la flexión N-H y el estiramiento del enlace C-H. Las bandas Amida III (5 en la FIGURA 2: picos de 1.200,0 a 1.300,0 cm^{-1}), derivan del estiramiento simétrico C-N y la flexión C-H. El pico en 2.919,8 cm^{-1} (2 en la FIGURA 2) hace referencia a los enlaces C-H. El pico en 1.443,3 cm^{-1} (6 en la FIGURA 2) hace referencia a los enlaces C-S. Los picos marcados en 7, aparecen debido a las vibraciones en enlaces S-O. Los picos marcados en 8, aparecen debido a las vibraciones en enlaces S-S.

ISBN 978-987-47159-9-9

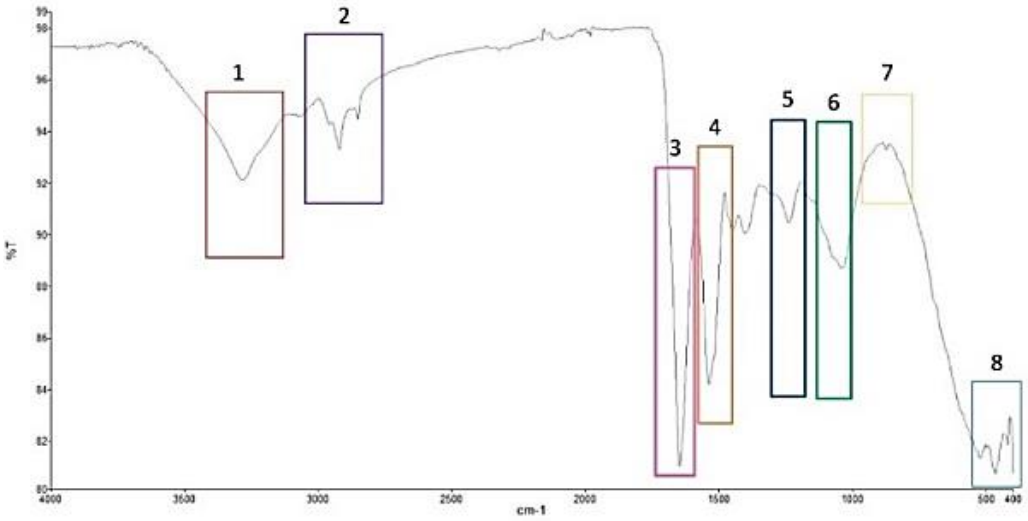


FIGURA 2. *Espectro IR de pelos de cerdo sin tratamiento.*

3.2. Caracterización de las cenizas de las cenizas antes del proceso de solubilización.

En las FIGURA 3, puede observarse que en las muestras de cenizas se encuentran presentes sales y óxidos. El Carbonato de calcio y el Dióxido de silicio son compuestos comunes en ambos ejemplares. Mientras que el estudio sobre la mezcla de cenizas indica, además, la existencia de Cloruro de potasio en su composición y el estudio sobre las cenizas de eucalipto revela la presencia de Óxidos de calcio y sodio, y Silicato de aluminio, sodio y calcio.

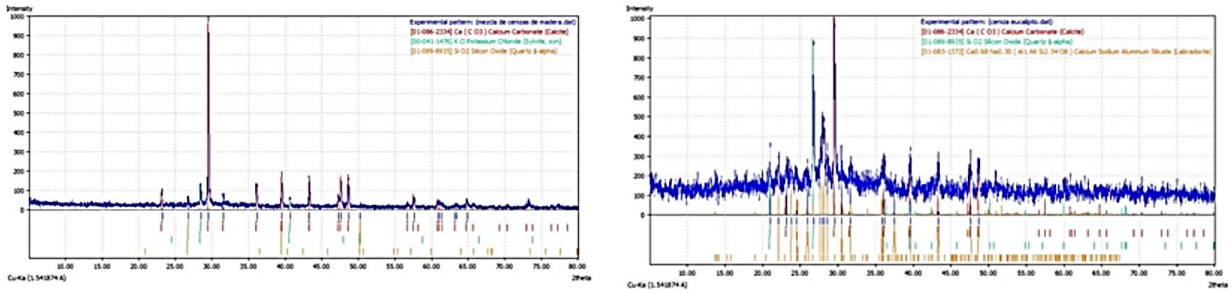


FIGURA 3. *Diagrama Patrón de Difracción de las muestras. Izquierda: mezcla de cenizas. Derecha: cenizas de eucalipto.*

3.3. Determinación de proteína soluble en subproducto de fase líquida.

La concentración de proteína soluble se determinó mediante el ensayo espectrofotométrico de Biuret. Se tomó 0,5 mL de cada disolución de queratina y se traspasó a un tubo de ensayo al cual se adicionó 1,5 mL del Reactivo de Biuret. La reacción se incubó a 37°C durante 15 minutos.
Se obtuvo la curva de calibración del método para el rango de 0-10 mg de proteína / mL solución, usando como estándar colágeno hidrolizado. La absorbancia se leyó en un espectrofotómetro BIOTRAZA 752 a una longitud de onda λ= 540 nm.

3.4. Determinación del peso molecular del producto solubilizado.

En la FIGURA 4, se observa un barrido en toda la corrida del electroferograma indicando que hay péptidos de distintos tamaños, con bandas de mayor intensidad en la zona superior (66 KDa -99 kDa) y media (45 KDa y 29 KDa). En relación a la queratina comercial, se observó que atravesó el frente de corrida, por lo que contiene péptidos de tamaño menor a 14 KDa.

ISBN 978-987-47159-9-9

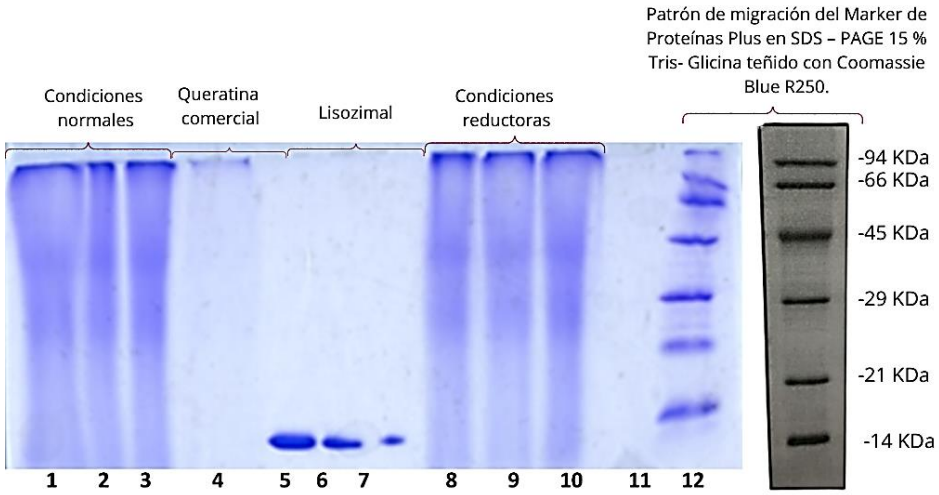


FIGURA 4. *Electroferograma obtenido por electroforesis y capturado por escáner para ser comparado con el marcador patrón.*

3.5. Evaluación de la utilidad del subproducto obtenido a partir de las propiedades desprendidas de la caracterización del hidrolizado.

La TABLA II muestra los valores de absorbancia obtenidos en la determinación del crecimiento bacteriano por medio de la técnica de Densidad Óptica (OD).

La evaluación de la utilidad de este subproducto rico en queratina como medio de cultivo para crecimiento bacteriano resultó satisfactoria y con potencialidades a demostrar, según los ajustes propios de futuras optimizaciones.

TABLA II. *Determinación del crecimiento bacteriano por medio de la técnica de Densidad Óptica (OD)*

	Absorbancia (600 nm)	
	Control positivo (medio inoculado)	**Control negativo (medio sin inocular)**
Medio LB (*Lysogeny Broth*) estándar	0,122	0,004
Medio LB (*Lysogeny Broth*) modificado	0,253	0,091

4. CONCLUSIONES

A través de este estudio, se ha investigado el potencial de la biomasa de pelo de cerdo, un residuo de la industria porcina, como fuente de queratina para el desarrollo de nuevos productos sostenibles. Este trabajo ha contribuido significativamente a la revalorización de residuos, especialmente en la transformación de la biomasa de pelos de cerdo en biomateriales con valor agregado, mediante metodologías de solubilización y procesamiento sencillos, sin la necesidad de incorporar equipamiento sofisticado, grandes consumos energéticos ni agentes químicos que produzcan impactos negativos al medio ambiente como los usados convencionalmente; lo cual constituye una alternativa viable a nivel industrial.

Con este fin, en la primera parte del trabajo se analizaron las mejores condiciones de solubilización de queratina proveniente de pelos de cerdo, en concordancia con los principios de la Química Verde. Para ello, se analizaron las características de la materia prima (pelos de cerdo y soluciones alcalinas de cenizas), para luego, continuar estudiando la influencia del origen, las concentraciones, el tiempo y la temperatura en la obtención de queratina solubilizada. Los derivados de queratina soluble de mayor concentración se obtuvieron usando soluciones alcalinas de cenizas provenientes de mezclas de maderas a una concentración del 30 %m/v, con

agitación constante durante 5 horas a 70°C. En dichas condiciones se rescataron subproductos líquidos ricos en queratina cuya concentración promedio fue de 13,91 mg/mL con una recuperación del 31,75% empleando un método económico, amigable con el ambiente, fácilmente escalable y con posibilidades de aplicación en distintos ámbitos. Los estudios de electroforesis del producto obtenido, confirmaron que en las condiciones aplicadas se logró extraer queratina sin degradarla totalmente.

La segunda etapa de este trabajo se centró en el diseño y desarrollo de la aplicación de la queratina extraída de la biomasa de pelos de cerdo como base nutritiva para medio de cultivo microbiano. El ensayo realizado en el Medio LB (*Lysogeny Broth)* modificado con queratina hidrolizada e inoculado con E*scherichia Coli (*cepa DHAS), demostró resultados prometedores en este ámbito. La exploración de esta aplicación permite mitigar diversos problemas que enfrentan los laboratoristas en relación al acceso y la disponibilidad de medios de cultivos, derivados especialmente de los altos costos que se manejan.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Gisela Castro, al Dr. Rodolfo Wuilloud por su apoyo en la realización del plan de tesis doctoral en el cual se enmarca el presente trabajo, como co-directora y director, respectivamente. Al Dr. Ezequiel Lenz, por su gran colaboración en el diseño experimental, su acompañamiento en las prácticas y su invalorable predisposición para el uso de materiales e instrumental del laboratorio de Biotecnología IDESA - UGACOOP, General Alvear, Mendoza, Argentina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agarwal, V., Panicker, A. G., Indrakumar, S., y Chatterjee, K. (2019). Comparative study of keratin extraction from human hair. *International journal of biological macromolecules*, 382-390. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.04.098

Alahyaribeik, S., y Ullah, A. (2020). Methods of keratin extraction from poultry feathers and their effects on antioxidant activity of extracted keratin. *International journal of biological macromolecules*, 449-456. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.01.144

Fernández-d'Arlas, B. (2018). Improved aqueous solubility and stability of wool and feather proteins by reactive-extraction with H2O2 as bisulfide (eSeSe) splitting agent. *European Polymer Journal*, 110-121. Obtenido de https://www.elsevier.com/locate/europolj

Purandaradas, A., Silambarasan, T., Murugan, K., Babujanarthanam, R., Gandhi, A. D., Dhandapani, K. V., . . . Kavitha, P. (2018). Development and quantification of biodiesel production from chicken feather meal as a cost-effective feedstock by using green technology. *Biochemistry and biophysics reports*, 133-139. doi: https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2018.04.012

Secretaría de Agricultura, P. y. (2020). *Sector Porcino*. Obtenido de SENASA: https://www.argentina.gob.ar/economia/agricultura

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1k06u04w2BkubD1y0WeR-Wshk0ydGs8TZ/view

ISBN 978-987-47159-9-9

DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍAS CIENTÍFICAS EN LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS DE UN CURSO DE QUÍMICA DE EDUCACIÓN MEDIA

Andrea Silvana Ciriaco

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.
andrea.ciriaco14@gmail.com

María Gabriela Lorenzo

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC - UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET-UBA), Buenos Aires, Argentina.
glorenzoffyb@gmail.com

Resumen

En este trabajo se analizan las actividades prácticas propuestas para un curso de Química Ambiental de un colegio secundario técnico en función a las metodologías científicas que se necesitan para concretarlas. Se clasifican las actividades prácticas en problemas prácticos y actividades experimentales según requieran o no espacios de laboratorio y se utiliza la matriz de Brandon como herramienta de análisis de metodologías científicas formulando descriptores que permitan su aplicación. Los resultados muestran una diversificación de metodologías inclinadas hacia la descripción/medición con manipulación de variables.

Palabras clave: *método científico; actividades experimentales; trabajos prácticos; estrategias de enseñanza; escuela secundaria técnica*

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta una descripción de las formas y frecuencias de metodologías científicas necesarias para la realización de las actividades prácticas del espacio Química Ambiental de 7mo año de un colegio secundario técnico. Estas son lineamientos metodológicos seguidos para realizar una investigación científica. En la escuela, por lo general, se implementan en el momento de realizar las actividades prácticas dado que implican la utilización de cierta metodología científica para llevarla adelante. La incorporación de pluralidad de metodologías científicas dentro de las propuestas de enseñanza permite ampliar la formación de nuestros estudiantes con respecto a la construcción del conocimiento científico.

2. MARCO TEÓRICO

La descripción tradicional del método científico lo presenta como la aplicación de una serie de pasos consecutivos que comienzan por la observación de un fenómeno o problema que genera una hipótesis de explicación o resolución para luego diseñar protocolos de ensayo y verificación, minimizando la subjetividad y los errores. Esta visión presenta el desarrollo científico dentro de un modelo hipotético-deductivo que lo reduce a una serie de pasos rígidos y objetivos, sin dedicar mucho espacio para pensar cómo diferentes preguntas o problemas podrían requerir otros métodos o varios de ellos según la etapa de la investigación.

Actualmente se critica la idea de presentar los conceptos e ideas científicas en el ámbito escolar como productos finales derivados de un único método científico. Se señala fuertemente la falta de análisis profundo y discusión sobre los factores humanos, sociales, políticos y económicos que influyen en la ciencia, en sus objetivos y sus actividades (Talanquer, 2024). En este sentido se puede observar, por ejemplo, que en los libros

ISBN 978-987-47159-9-9

de textos españoles aún reflejan un abordaje deficiente de las metodologías científicas que, si bien no presentan una definición única del método científico, sí muestran puntos comunes en cuanto a algunas características consignadas de manera tradicional (Chanivet Delgado, 2024). Hoy la idea de un método único es rechazada en favor del concepto de metodologías científicas (Cullinane et al., 2019; Chamizo, 2021) incluyendo las técnicas y procesos que se utilizan para aproximarse a una realidad con el objetivo de construir nuevo conocimiento.

Una opción para estudiar las metodologías científicas presentadas en las actividades de enseñanza es el instrumento conocido como *"matriz de Brandon"* (Brandon, 1994). Esta consiste en una tabla de doble entrada donde cada división representa alguna actividad realizada en las prácticas científicas (FIGURA 1). Una de las entradas categoriza las prácticas como descriptivas o experimentales, mientras que la otra, lo hace como manipulativas o no manipulativas. La matriz de Brandon pone en evidencia que no todas las investigaciones científicas se basan en pruebas de hipótesis y que no todo el trabajo descriptivo es no manipulativo.

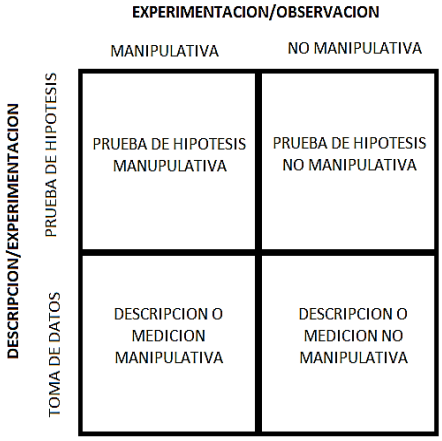


FIGURA 1. *Las cuatro formas de metodologías científicas, tomado de Brandon (1994), traducción propia.*

En el trabajo de Xu et al. (2023) se describen las cuatro divisiones de la matriz de Brandon para las actividades prácticas escolares:

- *Descripción o medición manipulativa*: Esta categoría se caracteriza por incluir la manipulación deliberada de variables, pero no requiere de una hipótesis inicial que validar o refutar ni se realizan predicciones sobre el fenómeno a explorar. Se refiere a la toma de datos intencional para combinarlos y/o realizar cálculos con ellos para explicar el fenómeno.
- *Medición o toma de datos no manipulativa*: Esta categoría involucra el análisis de elementos que recopilan o combinan datos, incluyendo cálculos, explicaciones de fenómenos a partir de los datos, diseñar esquemas, entre otros.
- *Prueba de hipótesis manipulativa*: Esta categoría puede presentar diferentes formas, la primera es que se haya planteado una hipótesis y se solicite un protocolo para verificarla; la segunda, que la pregunta a explorar y los métodos relevantes se han expuestos y se realizan predicciones sobre los resultados del protocolo experimental con sus respectivas explicaciones; y por último que la pregunta a explorar, la predicción de la pregunta y los datos experimentales relevantes se han proporcionado y se requiere un análisis de los datos que apoyen o no la predicción anterior.
- *Prueba de hipótesis no manipulativa*: Esta categoría se centra en la capacidad de hacer hipótesis experimentales y predicciones basadas en preguntas o datos, caracterizada por la exclusión de la manipulación de variables.

Varios trabajos de investigación muestran que el estudio de las diferentes metodologías científicas se ve particularmente limitado en las escuelas. Liu et al. (2024) en su estudio sobre los métodos científicos utilizados en las actividades de química en escuelas medias chinas mostró que existe un predominio de la utilización de toma de datos no manipulativos por sobre los otros. Este resultado concuerda con los resultados de Xu et.al (2023) sobre las evaluaciones escritas en China y según Cullinane et al. (2019) en los exámenes de la

ISBN 978-987-47159-9-9

escuela media superior inglesa se puede observar una mayor incidencia de actividades de tipo toma de datos por sobre la categoría prueba de hipótesis en cualquiera de sus dos formas.

Una manera de aprovechar el potencial de la matriz de Brandon en la enseñanza de las ciencias se evidenció en el trabajo de Erduran et al. (2021), quienes diseñaron y probaron clases en formato video para mostrar las diferentes metodologías científicas aplicadas a un mismo contenido teórico. Luego de las clases en video se evaluó a los estudiantes y los resultados sugirieron una mejor comprensión por parte de ellos de las diferentes maneras de encarar una investigación científica.

En este sentido, el objetivo de este trabajo es presentar un perfil de las actividades de un curso de química a partir de examinar críticamente las metodologías científicas propuestas en las actividades de enseñanza. Particularmente, se estudia el espacio de Química Ambiental a partir de las siguientes preguntas: ¿qué metodologías científicas se sugieren para llevar adelante las actividades prácticas del espacio de Química Ambiental? ¿con qué frecuencia se hace uso de cada una? Con los datos obtenidos pretendemos analizar las actividades en función de las metodologías científicas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se propone una investigación con enfoque cualitativo de alcance descriptivo del tipo estudio de caso, utilizando estrategias de análisis de documentos. Se toman como variables las actividades prácticas propuestas a través de los materiales didácticos de Química Ambiental de 7mo año de nivel secundario en orientación Tecnicatura en Energías Renovables de la ciudad de Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. Para la discriminación de categorías según la metodología científica se determinaron los descriptores que permiten la clasificación según la TABLA I.

TABLA I. *Categorías y descriptores para la clasificación de metodologías científicas en actividades escolares.*

Categoría	*Descriptores*
Prueba de hipótesis manipulativa	Presenta una hipótesis/pregunta inicial y se pretende que se realice un protocolo para la toma de datos o que se analicen protocolos experimentales presentados en la actividad.
Prueba de hipótesis no manipulativa	Presenta datos, actividades y/o preguntas para que se realicen predicciones o hipótesis en función a lo observado.
Descripción o medición manipulativa	Presenta protocolos de toma de datos sin hipótesis o pregunta inicial para encontrar explicaciones a fenómenos.
Medición o toma de datos no manipulativa	Presenta datos o resultados y se pretende que se trabajen esos datos para reformularlos o encontrar explicaciones

3. RESULTADOS

Inicialmente se registraron las actividades a partir de los materiales didácticos facilitados por el docente del espacio curricular Química Ambiental e identificaron las actividades propuestas en ellos como ejercicios, problemas y actividades prácticas. Las actividades prácticas se discriminaron según requieran o no laboratorio, las que utilizan laboratorio para su ejecución se las catalogó como actividades prácticas experimentales.

Del total de 120 actividades, 6 fueron categorizadas como actividades prácticas de las cuales 4 corresponden a actividades prácticas experimentales mientras que las otras dos se clasificaron como problemas prácticos. Éstos últimos requieren para su resolución tanto de procedimientos intelectuales como de procedimientos sensoriomotores (Lorenzo, 2020) y se incluyen dentro de este análisis por requerir de alguna metodología científica para su resolución.

Los problemas prácticos proponen una actividad que puede ser realizada fuera de los espacios de laboratorio (FIGURA 2). En ella se observa que, a partir de la experiencia en la cual no se toman datos, se requiere que los estudiantes lleguen a conclusiones y realicen una comparación. Para lo cual debe explicitar sus ideas

ISBN 978-987-47159-9-9

previas para ser contrastadas y permitir la construcción de nuevo conocimiento, por lo que se la clasifica como actividad de prueba de hipótesis no manipulativa.

Actividad:

a. Corte una cinta de papel de unos 10 cm

b. Gire uno de los extremos de la cinta a 180º y une ambas puntas con cinta adhesiva.

c. Con un marcador puntee uno de sus extremos de punta a punta. ¿Qué conclusión puede sacar?

d. Ahora corte la cinta a la mitad. ¿Qué conclusión saca? ¿Cómo compara esta observación con el modelo atómico de Bohr?

FIGURA 2. *Actividad práctica clasificada como Problema práctico 1.*

En cambio, la actividad de la FIGURA 3, muestra una actividad de laboratorio tipo simulador, basado en la toma de datos con manejo de variables por parte del estudiante para luego trabajarlos en forma de cálculos, por lo que se clasifica como Actividad Experimental de Medición manipulativa:4

1. Abrir el simulador de Phet siguiendo el link: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=es
2. Elegir un metal por ejemplo : Sodio
3. Seleccione 100% de intensidad lumínica, la longitud de onda 539 nm, y ajuste el potencial de retardo a 0V
4. Haga lo mismo, pero con una longitud de onda de 520 nm y potencial de retardo de 0,1V.
5. En una hoja de calculo registre los valores para otros metales.
6. Deducir la ecuación que permita calcular la constante de Planck empleando la ecuación del efecto fotoeléctrico.
7. Una vez calculado la constante de Planck calcule el Trabajo umbral necesario para ionizar el metal.
8. Calcule los errores del método buscando en internet los valores de potencial umbral para los distintos metales y la constante de Planck aceptada. (https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-3/pages/6-2-efecto-fotoelectrico)

FIGURA 3. *Actividad práctica clasificada como Actividad Experimental 1.*

En la FIGURA 4 se muestra la única actividad práctica que presenta la especificidad directa de la materia, que fue catalogada como problema práctico de tipo toma de datos no manipulativa.

El TRABAJO FINAL: En grupo elegir un desastre natural: Linfen, Chittagon, Chernobyl, Fukujima, Bophal, Nagasaki e Yroshima para realizar descripción del desastre, movimiento de energía y materia de una esfera a otra, por ejemplo: antroposfera ---> atmosfera, contextualizar con la música, pintura o cultura de la región y época del desastre. Presentar por medio de una obra artística (maqueta, pintura, poesías, etc.) Presentar un mapa conceptual con todo lo visto interrelacionado en exposición oral.

FIGURA 4. *Actividad práctica clasificada como Problema práctico 2.*

La discriminación por metodologías de las 6 actividades prácticas del espacio curricular Química Ambiental mostró que 3 de ellas corresponden a Descripción o Medición Manipulativa, 1 Medición no manipulativa, 1 prueba de hipótesis manipulativa y 1 prueba de hipótesis no manipulativa (FIGURA 5).

ISBN 978-987-47159-9-9

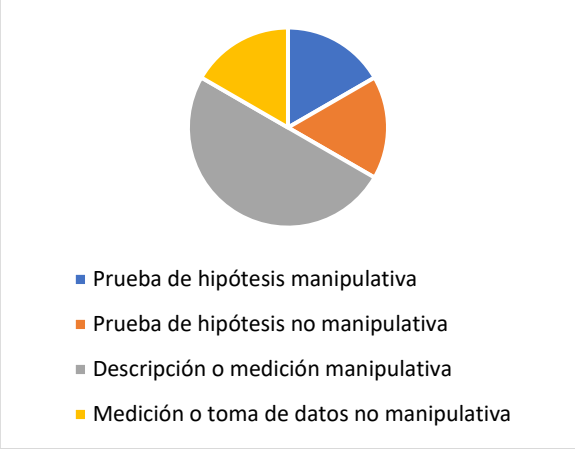


FIGURA5. *Frecuencia de metodologías científicas en las actividades prácticas de Química Ambiental del Colegio Universitario Patagónico.*

4. CONCLUSIONES

Las actividades prácticas del espacio curricular de Química Ambiental emplean una variedad de metodologías científicas, mostrando diversidad en sus enfoques y contemplando tanto actividades experimentales como descriptivas, integrando las diferentes formas de construcción de conocimiento en ciencias. La mayor carga de actividades de manipulación sugiere una preferencia por actividades que implican el manejo directo de variables y la toma de datos.

La inclinación hacia la metodología de Medición/Descripción por sobre las metodologías de Pruebas de hipótesis coincide con las investigaciones y trabajos referenciados previamente. Observando que la imagen tradicional de la enseñanza del método científico incluye la generación de hipótesis como uno de los primeros pasos, se estaría frente a proposiciones de actividades no rígidas y más acordes a la perspectiva actual de desarrollo científico. Aunque es posible pensar que, aunque el estudio no refleje la generación de hipótesis en cuatro de sus seis actividades, esto no quita que las mismas no se hayan requerido por fuera del escrito que guía la práctica, pero revisar esta posición va más allá del alcance de este trabajo. Resulta llamativo que sólo una actividad práctica refiera a la especificidad del espacio curricular, observando que la mayor carga de actividades conectadas al campo de estudio de la Química Ambiental se encuentra planteado como problemas de lápiz y papel, mostrando una preferencia hacia los ejercicios y problemas por sobre las actividades prácticas que podrían deberse a multiplicidad de factores que podrían investigarse en un futuro trabajo.

Se considera que este tipo de análisis es importante para describir críticamente las propuestas de actividades prácticas (problemas y actividades experimentales) con el objeto de diversificar, si es que se requiere, las estrategias de enseñanza de la química incorporando una visión más cercana a las formas de la investigación en ciencias, intentando minimizar las concepciones ingenuas o deformadas que pudieran generarse durante la formación escolar. Se plantea extender el estudio al resto de las actividades para delinear de una forma más detallada las metodologías científicas propuestas para la enseñanza de la Química Ambiental en la formación dentro de la Tecnicatura en Energías Renovables.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas quien a través del proyecto PIP-CONICET N° 11220210100203CO que permite el avance de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brandon, R. (1994). Theory and experiment in evolutionary biology. *Synthese, 99*, 59-73.

Cullinane A., Erduran S. y Wooding S. (2019). Investigating the diversity of scientific methods in high-stakes chemistry examinations in England. *International Journal of Science Education, 41*(16), 2201-2217. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1666216

Chamizo, J. A. (2021). La química como un sistema de prácticas. Una alternativa para su enseñanza. *Educación Química*, (29), 12-18. https://revistes.iec.cat/index.php/EduQ/article/view/150094/147857

Chanivet Delgado, I. y Aragón Méndez, M. del M. (2024). Visión de la ciencia ofrecida por los libros de texto de Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 21*(2), 2701. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i2.2701

Erduran, S., Ioannidou, O. y Baird, J. (2021). The impact of epistemic framing of teaching videos and summative assessments on students' learning of scientific methods*, International Journal of Science Education, 43*(18), 2885-2910. DOI: 10.1080/09500693.2021.1998717

Liu, H., Chen, B., Huang, S., Yao, S., Zhao, W. y Li, Z. (2024). Investigating the Representation of Practical Work in Chemistry Classroom Teaching by Focusing on the Diversity of Scientific Methods. *Science & Education*. https://doi.org/10.1007/s11191-024-00497-0

Lorenzo, M. G. (2020). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria, 21*. e0004, 15–34. https://doi.org/10.109au.2020.21.e0004

Talanquer, V. (2024). An Overview of Science Education in Latin America. En A. Marzabal, C. Merino (eds.*), Rethinking Science Education in Latin-America, Contemporary Trends and Issues*. Science Education, 59, https://doi.org/10.1007/978-3-031-52830-9_1

Xu, Y., Liu, H., Chen, B., Huanga S. y Zhong, C. (2023). Examining the diversity of scientific methods in college entrance chemistry examinations in China. *Chemical Education Research and Practice*, *24*, 494. DOI: 10.1039/d2rp00235c

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1qK1uQTzWGxiiVJjeOlfaTJqpYGkKihTL/view

ISBN 978-987-47159-9-9

AGUA SEGURA, PROYECTOS DE EXTENSION ORIENTADOS A ENCONTRAR SOLUCIONES A LAS PROBLEMATICAS DE LA REGION

Silvina Victoria García

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina. Agencia de Extensión Rural Regional Oberá, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Oberá, Misiones, Argentina.
garcia@fio.unam.edu.ar

Lea Vanessa Santiago

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.
santiagolea@fio.unam.edu.ar

María Cecilia Tannuri

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.
cecilia.tannuri@fio.unam.edu.ar

Ariana Giselle Seufert

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.
ariana.seufert@fio.unam.edu.ar

José Boher

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.
jose.boher@fio.unam.edu.ar

Matías Gabriel Krujoski

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.
matias.krujoski@fio.unam.edu.ar

María Clara Záccaro

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.
zaccaro@fio.unam.edu.ar

Resumen

El eje de los dos proyectos que se describen en este trabajo fue el agua segura, recurso natural esencial para conservar la biodiversidad de la provincia de Misiones, indispensable para asegurar la salud pública, y necesario para el desarrollo de las actividades antropogénicas y el desarrollo sostenible. El primer proyecto estuvo dirigido a estudiantes y miembros de diferentes organismos y tuvo como objetivo el desarrollo de habilidades para la toma de muestra de agua para su posterior análisis. Se desarrollaron talleres de revisión y actualización de la información relacionada con la recolección, acondicionamiento, almacenamiento y transporte de muestras de acuerdo con la normativa vigente y se realizaron tomas de muestra de agua. El segundo proyecto estuvo dirigido a estudiantes y miembros de una comunidad de pueblos originarios de la zona y enfocado en generar conciencia acerca de la importancia de la calidad de agua y la implementación de tecnologías sencillas para facilitar el acceso a agua segura en entornos rurales. Los resultados obtenidos evidencian el potencial de los proyectos de extensión como instrumentos de intervención con participación comunitaria, promover el desarrollo de capacidades fuera del ámbito de las aulas para encontrar soluciones adaptadas a las necesidades específicas de la región.

ISBN 978-987-47159-9-9

Palabras clave: *agua segura; calidad de agua; recurso natural; cuidado del ambiente; extensión.*

1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Misiones se destaca por su paisaje selvático y la mayor biodiversidad del país (Jefatura de Gabinete de Ministros, s.f). La necesidad de proteger los recursos naturales ha dirigido la atención a encontrar un equilibrio entre las actividades desarrolladas por el hombre y el cuidado del ambiente, promoviendo el desarrollo de acciones que ayuden a controlar la calidad de los recursos naturales y el desarrollo sostenible (Ministerio de Salud, s.f). Los resultados de las políticas de protección de la biodiversidad y cuidado del ambiente se observan claramente a través de las imágenes satelitales de la región, en las que el territorio de la provincia de Misiones se destaca de las regiones vecinas por el verde intenso de sus montes (FIGURA 1).

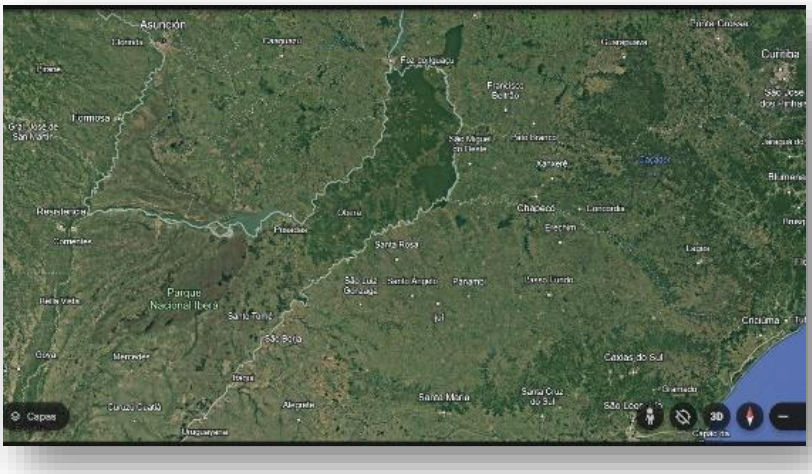


FIGURA 1. *Imagen satelital de la región en la que se localiza la provincia de Misiones. El territorio de la provincia se destaca por un verde intenso en comparación con las regiones vecinas. Fuente: Google Earth atribución de datos: GoogleLandsat/CopernicusData SIO, NOAA, U.S.Navy, NGA, GEBCO Feca de las imágenes: 14/12/2015-1/1/2021*

El cuidado de la biodiversidad se relaciona directamente con el agua, un recurso natural indispensable, y un elemento clave para garantizar la salud pública y el desarrollo sostenible (Iezzi, 2022). Este recurso está presente en la gran mayoría de las actividades antropogénicas, su accesibilidad y calidad son necesarias para asegurar la supervivencia y la salud de las personas. Es en relación al agua segura que surgen dos líneas de acción: el monitoreo de la calidad de agua y el acceso al agua segura.

Se pueden identificar en la provincia dos realidades bien diferenciadas: la realidad de las ciudades con crecimiento demográfico y aumento de las actividades que requieren de un monitoreo frecuente de la calidad del agua (procesos industriales, las plantas potabilizadoras de agua, las plantas municipales de saneamiento, las plantas industriales de tratamiento de efluentes); y la realidad del interior profundo que desarrolla mayoritariamente agricultura familiar, con acceso limitado a fuentes de agua segura por falta de sistemas de potabilización (Ministerio de Economía, n.d.).

La cátedra de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) desde el año 2021 ha incorporado una línea de extensión que tiene como eje al agua segura. El proyecto que inició esta línea se denominó Agua Segura para familias rurales y tuvo como objetivos el desarrollo e instalación de cloradores y filtros en la región que permitieran a las familias rurales acceder al agua segura.

Para abordar el tema agua segura desde diferentes perspectivas con un enfoque interdisciplinario que no solo contemple la química del agua sino también los aspectos ambientales, la participación comunitaria y el desarrollo de habilidades, se generaron dos proyectos de extensión. Estos proyectos permitieron la vinculación de la cátedra de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones con el INTA (regional Oberá y Cerro Azul), con las Escuelas Secundarias de la región, y con organismos municipales.

ISBN 978-987-47159-9-9

El primer proyecto se denominó “Agua Segura: la importancia de la toma de muestra en los análisis de calidad de agua”, estuvo dirigido a estudiantes y personal de diferentes organismos que tienen la tarea de tomar muestras de agua para su posterior análisis. Los objetivos del proyecto fueron: analizar los pasos claves en la toma de muestra de agua para su posterior análisis y realizar prácticas que permitan a los participantes desarrollar habilidades relacionadas con la toma de muestra (Organización Mundial de la Salud, 2017).

El segundo proyecto se denominó “Agua segura: tecnologías sencillas para el desarrollo sostenible”, estuvo dirigido a estudiantes y a miembros de la comunidad de pueblos originarios Mbya El Chapá. Los objetivos del proyecto fueron generar conciencia acerca de la importancia de la calidad de agua, encontrar una solución al problema de acceso a agua segura a través de la implementación de tecnologías sencillas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Proyecto: “Agua Segura: la importancia de la toma de muestra en los análisis de calidad de agua”

Para el desarrollo del proyecto se generó una guía de lectura, en versión digital, para recopilar toda la información cubierta en los encuentros. La difusión de este material entre los participantes se realizó a través de un código QR que fue incluido al final de la presentación multimedia que se realizó en la primera parte del encuentro. Se diseñó, además, un folleto de dos carillas, en papel, con un resumen de los puntos críticos a tener en cuenta a la hora de realizar una toma de muestra para análisis de agua. Este folleto fue entregado a cada uno de los participantes.

Para el desarrollo de la actividad práctica, los participantes contaron con todos los materiales necesarios para la toma de muestra (los insumos de seguridad, recipientes, etiquetas, rotuladores) su correcto acondicionamiento (conservadoras, hielo) e instrumentos necesarios para la realización de algunas determinaciones (termómetro y tiras reactivas para determinación de pH), tal como se muestra en la FIGURA 2. Una vez finalizada la actividad, los participantes respondieron a una encuesta tipo Likert, diseñada para tener registro de la percepción de los participantes sobre los encuentros y evaluar la efectividad de la propuesta.



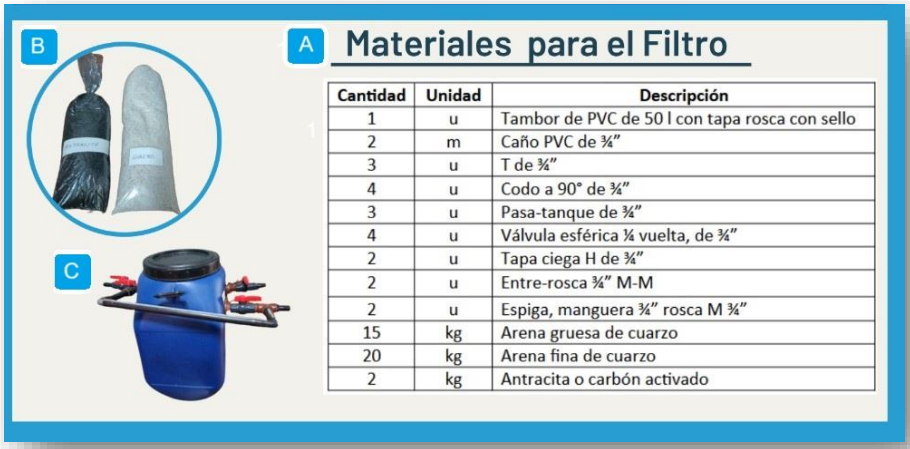
FIGURA 2. *Materiales, insumos de seguridad, instrumentos y reactivos utilizados por los participantes del proyecto de extensión Agua Segura: la importancia de la toma de muestra para el desarrollo de la actividad práctica.*

2.2. Proyecto:” Agua segura: tecnologías sencillas para el desarrollo sostenible”

Los materiales que se detallan en la FIGURA 3 A y las imágenes que se muestran en la FIGURA 3 B fueron necesarios para la construcción de los filtros (FIGURA 3 C), elementos centrales del proyecto. Para el desarrollo

ISBN 978-987-47159-9-9

de los encuentros se generó además una presentación multimedia y un folleto en papel de dos carillas que se distribuyó entre los participantes.



Cantidad	Unidad	Descripción
1	u	Tambor de PVC de 50 l con tapa rosca con sello
2	m	Caño PVC de ¾"
3	u	T de ¾"
4	u	Codo a 90° de ¾"
3	u	Pasa-tanque de ¾"
4	u	Válvula esférica ¼ vuelta, de ¾"
2	u	Tapa ciega H de ¾"
2	u	Entre-rosca ¾" M-M
2	u	Espiga, manguera ¾" rosca M ¾"
15	kg	Arena gruesa de cuarzo
20	kg	Arena fina de cuarzo
2	kg	Antracita o carbón activado

FIGURA 3. *A Materiales necesarios para la construcción de los filtros. B Relleno de Antracita (imagen izquierda) y cuarzo (imagen derecha) C Imagen del filtro terminado.*

Los encuentros de ambos proyectos se desarrollaron en la modalidad taller, para favorecer la participación, la colaboración, el intercambio de saberes entre los participantes y el aprendizaje significativo (Ander-Egg, 1995). Se generó un espacio propicio para que los participantes compartieran experiencias y conocimientos valiosos acerca de las necesidades específicas del entorno, que enriqueció de sobremanera la propuesta.

3. RESULTADOS

3.1. Proyecto: "Agua Segura: la importancia de la toma de muestra en los análisis de calidad de agua"

Se realizaron dos encuentros, el primero tuvo lugar en la sede de la Facultad de Ingeniería de la UNaM. Participaron de este encuentro: personal de la Municipalidad de Oberá y del INTA. El segundo encuentro se llevó a cabo en la sede de la E.P.E.T N° 40 de Candelaria, los participantes fueron estudiantes de 5° y 6° año con orientación em tecnología en alimentos.

Los encuentros se iniciaron con una exposición acerca de los aspectos relevantes de la toma de muestras para análisis fisicoquímicos y microbiológicos, una vez finalizada la exposición, la actividad continuó en el laboratorio de química, aquí los estudiantes se dividieron en grupos, cada grupo recibió el material necesario para la realización de la toma de muestras: esto incluía recipientes, insumos, conservadoras para el traslado, implementos de seguridad, material para el registro.

Cada grupo se dirigió a un sitio de toma de muestra, previamente seleccionado por el equipo de trabajo, acompañado por un docente que fue guiando al grupo, respondiendo a las dudas y consultas que pudieran surgir durante la actividad (FIGURA 4).

Cada grupo dispuso además de termómetros y tiras reactivas de pH para realizar determinaciones *in situ*; una vez realizadas las determinaciones, se procedió al registro de la información necesaria para una identificación inequívoca de cada muestra, seguido de los pasos necesarios para un acondicionamiento adecuado y un traslado seguro hasta el laboratorio de química.

La actividad finalizaba con la recepción de las muestras en el laboratorio por personal de laboratorio, una socialización de las dificultades que experimentó cada grupo durante la tarea.

Finalizada la actividad 37 participantes respondieron la encuesta final de tipo Likert y en sus respuestas manifestaron que encontraron la propuesta interesante, la información relevante y actualizada, el

ISBN 978-987-47159-9-9

acompañamiento docente y los materiales didácticos adecuados. Como cuestiones a mejorar, algunos participantes manifestaron la necesidad de contar con más tiempo para la realización de las actividades.



FIGURA 4. *Estudiantes de la E.P.E.T N° 40 de la localidad de Candelaria realizando la práctica de toma de muestra de agua.*

3.2. Proyecto: "Agua segura: tecnologías sencillas para el desarrollo sostenible"

Se realizaron cuatro encuentros para el desarrollo de este proyecto, en la sede de la E.P.E.T N° 3 Polonia de la localidad de Oberá, en la sede de la E.P.E.T N° 40 de la localidad de Candelaria, en la sede de la Facultad de Ingeniería, en este tercer encuentro participaron estudiantes del Instituto de Educación Agropecuaria 13 de la localidad de Guaraní, y el último encuentro se realizó en la comunidad de pueblos originarios Mbya El Chapá.

En todos los casos los encuentros se iniciaron con una exposición sobre la importancia del acceso al agua de calidad, la necesidad de la cloración del agua de consumo y cómo tecnologías sencillas pueden facilitar el acceso al agua segura (FIGURA 5). La exposición sirvió de disparador para que los participantes comenzaran a compartir experiencias e identificar necesidades relacionadas con el acceso al agua segura en la región. Una vez finalizada la exposición, los participantes exploraron el filtro, analizando sus partes y observando su funcionamiento.



FIGURA 5. *Imágenes de los encuentros realizados en el marco del Proyecto de Extensión Agua Segura: tecnologías sencillas para el desarrollo sostenible.* ***A*** *Encuentro realizado en la E.P.E.P.T N° 3.* ***B.*** *Encuentro realizado en la Facultad de Ingeniería.* ***C.*** *Encuentro realizado en la comunidad de pueblos originarios Mbya El Chapá*

4. CONCLUSIONES

Los proyectos de extensión centrados en el tema agua segura resultaron ser una estrategia efectiva para introducir entre los participantes, la química entorno a la calidad del agua. Los participantes ampliaron sus

ISBN 978-987-47159-9-9

conocimientos sobre la importancia de acceder al agua segura, el impacto que tiene la calidad de agua sobre la salud y el ambiente, y los riesgos asociados a la contaminación del agua.

La metodología aplicada de formato taller, sumado al rol asumido por los docentes, permitieron hacer de los participantes, los protagonistas de la propuesta y propiciar un ambiente de cooperación y colaboración en el que surgió el intercambio de información, la interacción y el desarrollo de habilidades por parte de los participantes.

La implementación de tecnologías sencillas, de bajo costo, demostró ser una solución posible, adecuada para las condiciones locales, sin necesidad de grandes inversiones para poder facilitar el acceso al agua segura.

Como propuestas a futuro estamos trabajando en el desarrollo de un filtro hecho a escala, para que sea trasladable, realizado con material transparente que permita a los futuros participantes ver el recorrido del agua dentro del filtro y utilizar el dispositivo para introducir la química detrás de la purificación del agua.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al programa de fortalecimiento de las actividades de extensión (PROFAE) de Universidad Nacional de Misiones (UNaM) por la financiación de los proyectos. Al INTA por facilitar el traslado a la comunidad de pueblos originarios Mbya El Chapá y personal técnico.

REFERENCIAS

Ander-Egg, E. (1995). El taller: una alternativa de renovación pedagógica. Magisterio del Río de la Plata. 2° Edición. ISBN 950-550-067-X

Iezzi, M. E., Di Bitetti, M. S., Martínez Pardo, J., Paviolo, A., Cruz, P., & De Angelo, C. (2022). Forest fragments prioritization based on their connectivity contribution for multiple Atlantic Forest mammals. *Biological Conservation, 265*, 109433. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109433

Jefatura de Gabinete de Ministros (s.f.) Parque Nacional Iguazú: Biodiversidad.Argentina.gob.ar https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/parquesnacionales/iguazu/biodiversidad

Ministerio de Economía**.** (n.d.). *Misiones: Ficha provincial*. Secretaría de Política Económica. https://www.economia.gob.ar/dnap/economica/14.Fichas_Provinciales/misiones.pdf

Ministerio de Salud. (s.f.) Calidad de agua. Argentina.gob.ar. https://www.argentina.gob.ar/salud/ambiental/agua

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda*. Organización Mundial de la Salud.

Video **Enlace al video explicativo del trabajo presentado**
https://drive.google.com/file/d/1QkKaaWpVTsbshWVddDfVIn8QXeaAhOeU/view

ISBN 978-987-47159-9-9

PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE QUÍMICA GENERAL EN DIVERSOS CONTEXTOS: ESTUDIO DE COHORTES 2018 AL 2024

Lucía Odetti

Departamento de Química General e Inorgánica, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (FBCF-UNL), Santa Fe, Argentina.
luodetti@gmail.com

Clarisa Medina

Departamento de Química General e Inorgánica, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (FBCF-UNL), Santa Fe, Argentina.
clarisa.medina.22@gmail.com

Lucio Eisenack

Departamento de Química General e Inorgánica, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (FBCF-UNL), Santa Fe, Argentina.
leisenack@rectorado.unl.edu.ar

Sofía Pontoni

Departamento de Química General e Inorgánica, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (FBCF-UNL), Santa Fe, Argentina.
sofipontoni96@gmail.com

Germán Hugo Sánchez

Departamento de Química General e Inorgánica, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (FBCF-UNL), Santa Fe, Argentina.
gsanchez@fbcb.unl.edu.ar

Resumen

A lo largo de los años, el Departamento de Química General e Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral ha implementado diversas acciones centradas en la enseñanza de la Química. El objetivo de este trabajo es documentar las prácticas educativas desarrolladas en las asignaturas de Química General y Química General e Inorgánica, analizando tres períodos clave: pre-pandemia (2018-2019), pandemia (2020-2021) y post-pandemia (2022-2024). Este análisis incluyó datos cuantitativos sobre la cantidad de estudiantes y su condición final en el cursado (regular, promocionó, libre y abandonó). El propósito es ofrecer una visión detallada del impacto de estas prácticas en el desempeño estudiantil y detectar posibles áreas de mejora para optimizar la enseñanza en el futuro, en el marco del Proyecto de Investigación CAID2020 "Prácticas de la Enseñanza de la Química que promuevan la Educación para el Desarrollo Sostenible".

***Palabras clave**: ingreso y permanencia; prácticas de enseñanza; educación en química; educación universitaria; pandemia.*

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de la democratización del sistema de educación superior, un fenómeno propio de las sociedades contemporáneas, han emergido diversas problemáticas que, en las últimas décadas, han guiado la construcción de agendas de investigación y el desarrollo de debates sobre políticas universitarias (Tarabella et

ISBN 978-987-47159-9-9

al., 2016). La Universidad Nacional del Litoral (UNL) ha estado involucrada activamente en estas discusiones, y desde hace más de veinte años, cuestiones como el acceso, la permanencia y la desafiliación de estudiantes durante los primeros años de vida universitaria, la vinculación entre los conocimientos y habilidades adquiridos durante el trayecto universitario, y la posterior inserción laboral, han sido temas de preocupación constante para las distintas gestiones. Sin embargo, nuestra historia educativa ha evidenciado una desigualdad estructural, donde el acceso a la educación, especialmente en el nivel superior, sigue siendo selectivo (Blesio, Morelli y Odetti, 2021).

Para muchos jóvenes, en particular aquellos provenientes de contextos socioculturales vulnerables, la educación universitaria no aparece como una opción viable al momento de planificar su futuro. Esta realidad se ha visto agravada por la irrupción de la pandemia en 2020, que, junto con las medidas de aislamiento social, preventivo y obligatorio (ASPO), obligó a implementar acciones excepcionales en el ámbito educativo (Talanquer et al., 2020). Estas medidas afectaron tanto la modalidad de cursado como el desarrollo de las actividades académicas, y requirieron un esfuerzo conjunto para adaptarse al nuevo contexto y garantizar la continuidad educativa. A lo largo de este proceso, se han reforzado los desafíos relacionados con la equidad y la inclusión en la educación superior, al tiempo que se han sumado nuevos retos derivados de la crisis sanitaria global, exigiendo una respuesta integral que permita avanzar hacia un sistema educativo más justo y accesible para todos (Blesio et al., 2023).

Desde el Departamento de Química General e Inorgánica (DQGI) de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB-UNL), a lo largo de los años se han llevado a cabo diversas acciones específicas enfocadas en la enseñanza de la disciplina y en el registro y análisis de estas prácticas educativas (Regonat, Sánchez y Odetti, 2020; Sánchez, Medina y Odetti, 2023). Estas acciones han estado marcadas por un proceso continuo de adaptación de las prácticas educativas, que respondieron tanto a las necesidades académicas como a los contextos sociales y tecnológicos cambiantes. Este trabajo tiene como objetivo describir las prácticas educativas en las asignaturas de Química General (QG) y Química General e Inorgánica (QGI) implementadas en tres períodos clave: la pre-pandemia (2018 y 2019), el período de pandemia (2020 y 2021), y el período post-pandemia (2022, 2023 y 2024). A través de esta revisión, se busca ofrecer una visión integral de cómo las estrategias pedagógicas evolucionaron para enfrentar los desafíos presentados por cada contexto. El análisis de estos tres períodos se complementó con datos cuantitativos que incluyeron la cantidad de estudiantes habilitados a cursar, aquellos que lograron la regularidad, promocionar, los que quedaron libres y los que abandonaron. Estos datos proporcionan una visión detallada del impacto de las distintas modalidades de enseñanza sobre el desempeño estudiantil, permitiendo identificar tendencias y áreas de mejora.

2. METODOLOGÍA

En el marco del paradigma interpretativo se llevó adelante una investigación documental de tipo descriptivo con enfoque mixto empleando un diseño no experimental.

Para este estudio se consideraron las asignaturas de QG y QGI, las que se desarrollan en el primer cuatrimestre del primer año de diversas carreras científico-tecnológicas de la FBCB - UNL. En particular, QG forma parte del plan de estudios de las carreras de Bioquímica, Licenciatura en Biotecnología, Licenciatura y Tecnicatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo, Licenciatura en Saneamiento Ambiental, y Tecnicatura Universitaria en Salud Ambiental. Por su parte, QGI forma parte de la carrera de Licenciatura en Nutrición.

Se recopilaron documentos públicos del DQGI en donde se consignan las condiciones de cursado, planificaciones de cátedra, así como también actas de cursado en el período 2018-2024. La información fue ordenada y sistematizada para conformar el corpus de datos a ser analizados.

Se realizó un análisis cualitativo mediante herramientas del Análisis del Contenido (Bardin, 1991) de las prácticas educativas implementadas en las asignaturas de QG y QGI a lo largo del período 2018-2024, describiendo las condiciones de cursado que se proporcionan en los programas de estudio. Además, se realizó un análisis cuantitativo, evaluando la evolución de la matrícula y los resultados académicos de los estudiantes. Para ello, se examinó la cantidad de alumnos que iniciaron el cursado en cada período y su situación académica al finalizar el primer cuatrimestre: estudiantes regulares, promocionados, libres y aquellos que abandonaron.

ISBN 978-987-47159-9-9

El período de estudio se dividió en tres fases: los dos años pre-pandemia (2018 y 2019), el período de pandemia (2020 y 2021), y la etapa post-pandemia (2022, 2023 y 2024), lo que permite analizar las variaciones en las dinámicas educativas y su impacto en el rendimiento estudiantil bajo distintos contextos.

3. RESULTADOS

La FIGURA 1A y B muestra la cantidad de estudiantes que cursaron las asignaturas de QG y QGI entre los años 2018 y 2024. En QG (FIGURA 1A), se observa un aumento en la matrícula a partir del año 2021. Este incremento puede atribuirse a varios factores. En primer lugar, es posible que haya un mayor interés por las carreras científico-tecnológicas, impulsado por la creciente demanda en áreas relacionadas con la biotecnología y la bioquímica. Además, la transición de la modalidad presencial a la virtual durante la pandemia flexibilizó, específicamente en la UNL, las condiciones de inscripción, lo que facilitó el acceso a un mayor número de estudiantes. Otro factor relevante es la flexibilización en los programas de ingreso. Antes de la pandemia, en la UNL los estudiantes debían aprobar un examen de ingreso centrado en Química durante el mes de febrero. Sin embargo, a partir de 2021, se modificó este sistema, permitiendo a los estudiantes inscribirse directamente en las asignaturas sin pasar por un examen previo. Estos cambios probablemente contribuyeron al incremento en la matrícula, facilitando la entrada a la universidad y reduciendo las barreras iniciales de acceso a las carreras científicas. Con respecto a QGI (FIGURA 1B) se observa que la cantidad de inscriptos es similar a lo largo de los años. A diferencia de las carreras más ligadas a la Biotecnología o la Salud Ambiental, que han visto un incremento en la demanda durante y después de la pandemia, las carreras con perfiles más específicos, como Nutrición, no se vieron tan afectadas por las flexibilizaciones académicas ni por cambios en las modalidades de ingreso.

Durante el período pre-pandemia (2018 y 2019), la enseñanza se desarrollaba de manera predominantemente presencial. Los estudiantes asistían semanalmente a 2 horas de clases teóricas, 2 horas de coloquios y 4 horas de actividades de laboratorio. Además, se ofrecían clases de consulta específicas para cada uno de estos espacios, permitiendo a los alumnos aclarar dudas y revisar conceptos. En estos dos años han transitado un total de 983 estudiantes (FIGURA 1A y B).

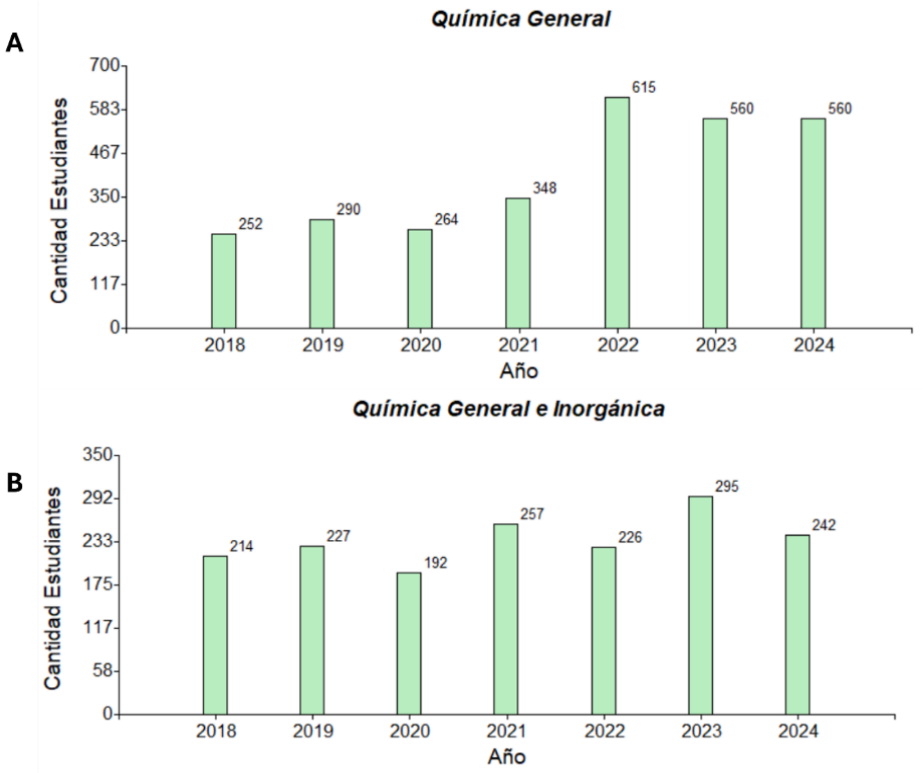


FIGURA 1. *Cantidad de estudiantes habilitados a cursar QG (A) y QGI (B) durante el periodo 2018-2024.*

ISBN 978-987-47159-9-9

Los estudiantes tenían la posibilidad de promocionar el cursado realizando dos exámenes y de regularizar la asignatura al aprobar la totalidad de las evaluaciones correspondientes a las actividades de laboratorio. El uso de tecnologías digitales en la enseñanza era más limitado en comparación con los años posteriores. El DQGI ya disponía de plataforma virtual, pero su función principal era la de complementar la enseñanza presencial mediante la distribución de materiales, como apuntes y guías de estudio. Esta herramienta digital no era el eje central del proceso educativo, sino un recurso adicional al que los estudiantes podían acceder para apoyar su aprendizaje.

Durante el período de pandemia (2020-2021), la educación experimentó un cambio radical, marcado por la necesidad de adaptarse rápidamente a un entorno completamente virtual debido a las medidas de ASPO impuestas para frenar la propagación del COVID-19. Las clases presenciales fueron reemplazadas por distintas plataformas digitales. Los contenidos teóricos y prácticos, que previamente se impartían en aulas y laboratorios, fueron reformulados para adaptarse a entornos digitales, que antes funcionaban como apoyo complementario y pasaron a ser el núcleo del proceso educativo, donde los estudiantes podían acceder a materiales, entregar trabajos y realizar evaluaciones. En este contexto, el DQGI implementó diversas estrategias para asegurar la continuidad del cursado. Entre ellas se destacaron: la grabación de clases teóricas, que fueron alojadas en YouTube para facilitar el acceso de los estudiantes en cualquier momento; clases de consulta realizadas a través de videoconferencias, permitiendo una interacción directa entre docentes y alumnos; y actividades de laboratorio, que se adaptaron mediante el uso de simuladores virtuales y laboratorios remotos, ofreciendo una experiencia práctica en formato digital. Estas medidas buscaron garantizar una enseñanza de calidad a pesar de las limitaciones impuestas por el contexto. Entre los años 2020 y 2021 transitaron un total de 1061 estudiantes (FIGURA 1 A y B).

A partir del 2022 en adelante (post-pandemia), se adoptó un modelo híbrido, combinando elementos de la enseñanza presencial con la modalidad virtual que se consolidó durante la pandemia. Este enfoque permitió capitalizar las ventajas de ambos métodos, respondiendo a las necesidades de flexibilidad y accesibilidad impuestas por el contexto posterior a la crisis sanitaria. Este sistema permitió mantener la interacción directa entre estudiantes y docentes, al tiempo que se ofrecía flexibilidad para aquellos con limitaciones de tiempo o movilidad. Las actividades de laboratorio, esenciales en disciplinas como Química, recuperaron su formato presencial, pero con la integración de simulaciones y actividades virtuales complementarias. En la actualidad, las asignaturas de QG y QGI quedaron estructuradas de la siguiente manera: las teorías se presentan en formato de video y están diseñadas como una guía de estudio para cada unidad del programa, disponibles en el entorno virtual correspondiente a cada tema. Los estudiantes deben complementar la información de estos videos con la bibliografía asignada. Las consultas de teoría se realizan a través de encuentros sincrónicos, ya sea por Zoom o de forma presencial. Los coloquios son clases presenciales de asistencia obligatoria, donde se resuelven las actividades incluidas en las guías. Por último, las actividades de laboratorio también son obligatorias y se llevan a cabo de manera presencial, permitiendo a los estudiantes realizar las experiencias prácticas en el laboratorio. Durante el cursado los alumnos tienen la opción de promoción a través de 2 exámenes y de regularizar con un parcial integrador con contenidos básicos de la asignatura y con el 100 % de los evaluatorios aprobados en las actividades de laboratorio. A partir del 2022 transitaron un total de 2498 estudiantes (FIGURA 1 A y B).

La FIGURA 2A y B muestra en porcentaje la distribución de estudiantes al finalizar el cuatrimestre, indicando aquellos que quedaron regulares, promocionaron, libres o abandonaron.

Se observa un aumento en el porcentaje de estudiantes que alcanzaron la regularidad durante los años de pandemia, lo cual podría atribuirse a las flexibilizaciones implementadas en el cursado durante ese período. Estas flexibilizaciones incluyeron la adaptación de los requisitos académicos y la modalidad virtual, lo que posiblemente facilitó que más estudiantes cumplieran con las condiciones necesarias para regularizar las materias. En los años post-pandemia (2022-2024), se observa una leve disminución en los porcentajes de regularidad y promoción en comparación con los años de pandemia, lo que podría deberse a: 1) el retorno gradual a la presencialidad, que implica una recuperación de las exigencias académicas previas a la pandemia. Esto podría haber impactado en los estudiantes que se habían beneficiado de la mayor flexibilidad de los años anteriores; 2) la adaptación al modelo híbrido: aunque este modelo combina lo mejor de ambos enfoques (presencial y virtual), puede que algunos estudiantes hayan tenido dificultades para ajustarse a este nuevo

ISBN 978-987-47159-9-9

formato; 3) dificultades en relación a la formación de los estudiantes secundarios que transitaron la pandemia e ingresaron a la Universidad en años posteriores.

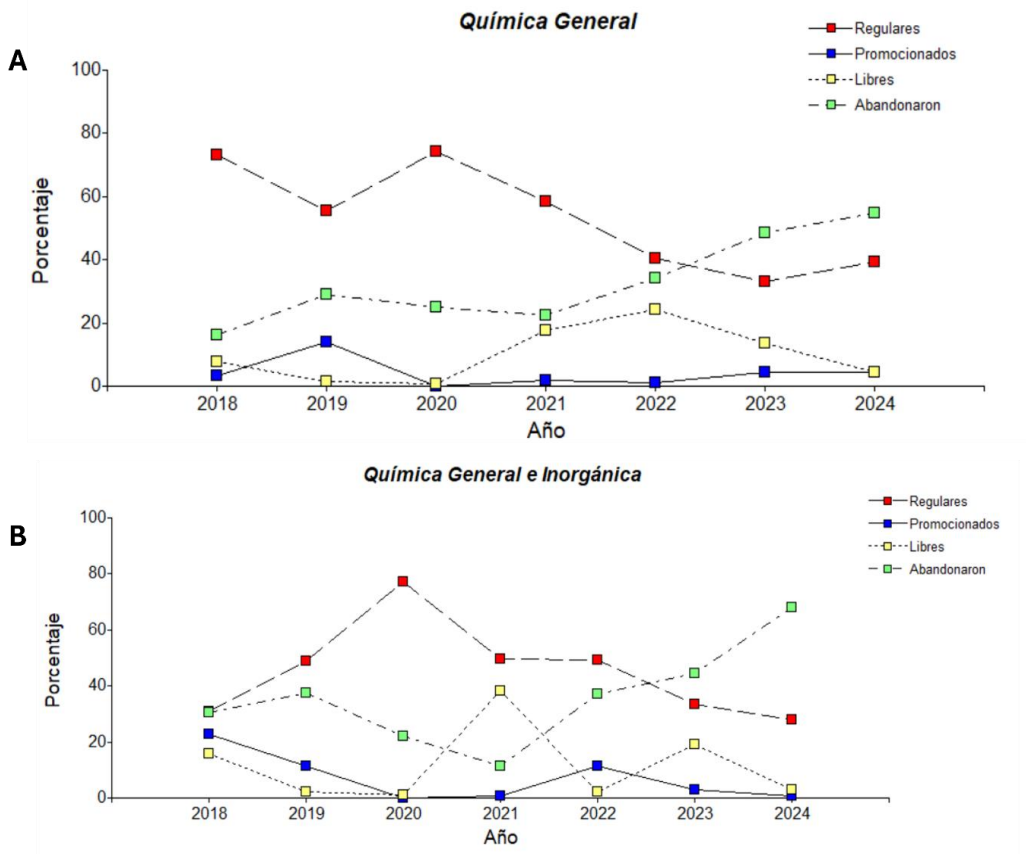


FIGURA 2. *Porcentaje de estudiantes que lograron la regularidad, promocionar, quedaron libres y abandonaron durante el período 2018-2024 en QG (A) y QGI (B).*

4. CONCLUSIONES

Las asignaturas de QG y QGI han demostrado una notable capacidad de adaptación a lo largo del período 2018-2024. La transición desde un enfoque predominantemente presencial antes de la pandemia, a un entorno completamente virtual durante el confinamiento, y finalmente hacia un modelo híbrido post-pandemia, permitió mantener la continuidad educativa y garantizar la participación estudiantil. Este proceso de adaptación no solo aseguró el acceso a los contenidos académicos, sino que también optimizó la experiencia de aprendizaje al incorporar herramientas digitales y estrategias pedagógicas más flexibles, como las clases en vídeo, simuladores de laboratorio y consultas en línea.

El aumento en la cantidad de estudiantes, especialmente en QG, a partir de 2021, refleja el impacto positivo de las flexibilizaciones introducidas durante la pandemia. Factores como la eliminación del examen de ingreso en Química y la modalidad virtual facilitaron el acceso a las carreras científico-tecnológicas, lo que generó un crecimiento significativo en el número de inscripciones. Asimismo, las medidas implementadas durante la pandemia, como la adaptación de los requisitos académicos y la flexibilidad en las evaluaciones, contribuyeron a que más estudiantes lograran la regularidad, demostrando que estas estrategias permitieron superar los desafíos del contexto. Sin embargo, en 2023 y 2024 se observa una disminución en los porcentajes de regularidad, lo que podría estar relacionado con el retorno gradual a las exigencias académicas presenciales, la adaptación al modelo híbrido que combina presencialidad y virtualidad, y las dificultades en la formación de los estudiantes que cursaron la secundaria durante la pandemia e ingresaron a la Universidad en los años posteriores.

ISBN 978-987-47159-9-9

Finalmente, el modelo híbrido adoptado en el período post-pandemia ha logrado combinar lo mejor de ambos enfoques, virtual y presencial, ofreciendo una experiencia educativa más accesible y flexible. No obstante, es fundamental seguir evaluando el impacto de estas modalidades en el desempeño estudiantil a largo plazo, asegurando que la calidad educativa se mantenga, especialmente en disciplinas como Química, donde la formación práctica es esencial. Los retos futuros incluirán el perfeccionamiento de las herramientas tecnológicas y el desarrollo de estrategias pedagógicas que sigan promoviendo el acceso, la permanencia y el éxito académico de los estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional del Litoral por el financiamiento del Proyecto de Investigación CAID 2020 “Prácticas de la Enseñanza de la Química que promuevan la Educación para el Desarrollo Sostenible”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido*. Ediciones Akal.

Blesio, M., Morelli, I., Odetti, L. M. y Pacífico, A. (2023). Iniciación a los estudios universitarios como política de ingreso a la UNL. En: G. Biber y col. (Eds). *IX Encuentro Nacional y VI Latinoamericano sobre Ingreso Universitario: la educación superior como derecho: sentidos, prácticas y apuestas para una agenda de ingreso y permanencia en las universidades públicas*. Nueva Editorial Universitaria - UNSL.

Blesio, M., Morelli, I. y Odetti, L. M. (2021). Nexos: trayectorias y elecciones en la UNL. Pensar la enseñanza y la formación desde los desafíos del presente. En: O. Lossio, M. Coudannes y J. Bernik (Coomp.). *Libro de ponencias de las Terceras Jornadas de divulgación de experiencias de docencia, extensión e investigación educativa de la FHUC-UNL*. Universidad Nacional del Litoral.

Regonat, M. S., Sánchez, G. H. y Odetti, H. S. (2021). Enseñar Química General universitaria en tiempos de emergencia. *Educación En La Química, 27*(01), 120–124. https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/27

Sánchez, G. H., Medina, C. y Odetti, H. S. (2023). Ingreso y permanencia en la universidad nacional del litoral: estudio de las prácticas educativas. *HOLOS, 1*(39). https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/14289

Tarabella, L., Mántaras, M., Pacífico, A., Cáneva, A. y Ferreyra, E. (2016). *Articulación de Niveles en la Universidad Nacional del Litoral. Políticas Institucionales Y Prácticas Académicas De Vinculación*. CLABES. https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1320

Talanquer, V., Bucat, R.; Tasker, R. y Mahaffy, P. G. (2020). Lessons from a Pandemic: Educating for Complexity, Change, Uncertainty, Vulnerability, and Resilience. *Journal of Chemical Education, 9(*97), 2696–2700.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1T3327xhqAciTFdrEEtclKF7vcFOycMad/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE EXTENSIÓN "EDUCACIÓN AMBIENTAL: GIRSU Y RECICLADO ORGÁNICO" PARA LA PRÁCTICA SOCIAL EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA - UBA.

Beatriz Lantaño

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB - UBA), Junín 956, C1113AAB Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
lantanob@gmail.com

Daniela Soledad Mansilla

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB - UBA), Junín 956, C1113AAB Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
mansillad@gmail.com

Gisela Celeste Muscia

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB - UBA), Junín 956, C1113AAB Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
celgim@yahoo.com.ar

Silvia Elizabeth Asís

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB - UBA), Junín 956, C1113AAB Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
elizabet@ffyb.uba.ar

Resumen

El proyecto "Educación Ambiental: GIRSU y reciclado orgánico", pertenece al programa UBANEX de Extensión Universitaria de la Universidad de Buenos Aires y es uno de los proyectos que la Facultad de Farmacia y Bioquímica ofrece a sus alumnos de la Práctica Social Educativa para la realización de las 21 horas de práctica, donde se incluye una intervención en territorio. En este caso, ésta tiene lugar en la Casa del Niño Padre José Kentenich, de la Ciudad de Florencio Varela (BA), un hogar de día donde concurren en dos turnos 300 niños provenientes de barrios vulnerables. En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación del proyecto, con el objetivo de analizar el cumplimiento de las metas propuestas, las competencias y habilidades adquiridas por los estudiantes, así como la generación de conciencia ambiental. A fin de obtener la información, se empleó una encuesta voluntaria dirigida a los estudiantes participantes, a través de un cuestionario anónimo en Formulario de Google. Por otra parte, se consideraron las observaciones y conclusiones de las estudiantes, presentadas en el Cuaderno bitácora.

Palabras clave: *extensión universitaria; evaluación; Práctica Social Educativa; educación ambiental; GIRSU.*

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto "Educación Ambiental: GIRSU y reciclado orgánico", donde se define GIRSU como Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, pertenece al programa UBANEX de Extensión Universitaria de la Universidad de Buenos Aires, el cual otorga subsidios para estas actividades. En el pasado mes de julio, este proyecto fue acreditado por tercer año consecutivo por el Consejo Superior de la UBA mediante la Resolución RESCS-2024-1080-E-UBA-REC, en esta oportunidad en la convocatoria 14º "Dr. Ricardo Alfonsín, 40 años de la Restauración de la Democracia".

La asignatura Práctica Social Educativa (PSE) se dicta para las Carreras de Farmacia y Bioquímica, según el Programa Analítico establecido por Res. (CD) 1265/16. El contenido teórico de la misma se ofrece durante un bimestre en ambos cuatrimestres del año académico. En su trayecto teórico se dictan Seminarios semanales (21 horas en total) y éste se evalúa a través de un examen, el cual cuenta con dos instancias de recuperación. Una vez aprobado, los estudiantes deben realizar la parte práctica de la asignatura (otras 21 horas), la cual se desarrolla en el marco de uno de los proyectos que la Facultad tiene acreditados en el Programa UBANEX. Para aprobar la materia, los estudiantes rinden un examen final frente a los profesores de PSE, donde defienden su Cuaderno con las actividades realizadas durante la práctica.

El marco teórico de la PSE está basado en la metodología investigación-acción (IA) propuesta por Kurt Lewin, psicólogo y filósofo del siglo XX. Este autor consideraba que mediante la IA se podían lograr de manera compartida avances teóricos y transformaciones sociales, y además, conseguir conocimiento práctico y teórico simultáneamente. **"**La participación activa de los protagonistas del estudio, junto a los procesos de reflexión crítica y el interés por promover las transformaciones sociales, marca una de las grandes diferencias de esta metodología con otras dentro del enfoque cualitativo" (Colmenares, 2019). Otra perspectiva (Duschatzky, 2007) propone que la investigación no se trata de un campo ajeno que se observa y describe, sino de un territorio del que se forma parte, en el que se está inmerso, y sobre el que se interviene a partir de la mirada sensible de lo que allí acontece. Sin duda es más complejo investigar así, pero también ofrece muchas más posibilidades de operar sobre la realidad, de modo tal que el resultado produzca una variación.

El desarrollo de la educación ambiental ha tenido diferentes caminos en su construcción teórica y metodológica, aunque hay un punto en común que las encuentra: el replanteamiento ético sobre la relación del ser humano y su interacción con los sistemas naturales sobre la base de la crisis ambiental (Nay-Valero, 2019). Para que un individuo adquiera un compromiso con el desarrollo sostenible es necesario que éste alcance un grado adecuado de conciencia ambiental, el cual depende del ámbito donde el individuo se posiciona: geográfico, social, económico, cultural o educativo. Nuestro proyecto intenta lograr que, una vez finalizada su participación, los estudiantes puedan llevar lo aprendido a otros ámbitos ajenos a la Universidad y generar conciencia ambiental en otros ciudadanos. También contribuye a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por Naciones Unidas, los cuales buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda 2030. Las universidades, mediante los pilares de docencia, investigación y extensión, pueden proporcionar el conocimiento, soluciones e ideas innovadoras a los ODS y formar ejecutores que sirvan de modelo sobre cómo apoyar e implementar los ODS (https://www.un.org/sustainabledevelopment/).

Los estudiantes dedican 9 horas a la formación en la temática, planificadas de acuerdo con la pedagogía orgánica, esto es, una pedagogía integral y de vinculaciones (Barni, 2021). Las horas restantes están vinculadas a tareas propias de la actividad de campo, como su preparación, ejecución e integración. Esta intervención consiste en un Taller sobre GIRSU y materiales reciclables a cargo de los estudiantes y docentes del proyecto en la Casa del Niño Padre José Kentenich, de la Ciudad de Florencio Varela (BA). A este hogar de día concurren 300 niños provenientes de barrios vulnerables. La Casa ofrece dos turnos, donde se les brinda contención, almuerzo o merienda, apoyo escolar, control médico y actividades recreativas. Las actividades para el taller son seleccionadas y organizadas previamente por el grupo de estudiantes que participará, a través de una reunión presencial y las reuniones virtuales que sean necesarias. Trabajando juntos, los estudiantes opinan, crean, escuchan, discuten, juegan… se sienten niños otra vez. Estas tareas se preparan para los diferentes rangos etarios de los niños. El objetivo es que ellos aprendan sobre el cuidado de la tierra y la naturaleza toda, a través de actividades lúdicas que también requieran habilidades de lecto-escritura. El aprendizaje lúdico es beneficioso tanto para los niños como para los estudiantes en su papel docente y también para su futura vida profesional (Mardell, 2023). Este aprendizaje conlleva estados mentales positivos, como la calma, la alegría, el compromiso, la fluidez y la sensación de seguridad, y hacen que demos lo mejor de nosotros mismos (Nhat Hanh, 2019).

En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación del proyecto. El objetivo es analizar el cumplimiento de las metas propuestas, las competencias y habilidades adquiridas por los estudiantes, así como la generación de conciencia ambiental.

ISBN 978-987-47159-9-9

2. METODOLOGÍA

Desde su inicio en 2022, el proyecto cuenta a la fecha con la participación de 232 estudiantes, los cuales cursaron la parte teórica de la asignatura PSE entre los años 2019 y 2024. Mientras que un total de 102 estudiantes ya rindió la materia, de los 130 restantes, 61 realizaron la actividad de campo, aunque todavía no presentaron su Cuaderno bitácora para su evaluación por parte del director del proyecto, requisito antes del examen final.

Se emplearon dos métodos a fin de obtener la información para proceder a su análisis: una encuesta voluntaria, a través de un cuestionario anónimo en Formulario de Google y las observaciones y conclusiones de los estudiantes sobre el proyecto, las que fueron presentadas en el Cuaderno bitácora. Allí cada estudiante describe las actividades realizadas, narra las experiencias vividas y las percepciones personales, por lo que también sus conclusiones pueden considerarse una evaluación del proyecto.

3. RESULTADOS

Con respecto al cuestionario, éste fue respondido por 68 estudiantes. Las preguntas se agruparon en los siguientes temas: Conocimiento previo sobre separación de residuos (TABLA I), Gestión de residuos (TABLA II) y Elección del proyecto y su relación con las asignaturas Química Orgánica I y II (TABLA III).

TABLA I. *Conocimiento previo sobre separación de residuos*

	Sí	**No**	**A veces**
¿Separaba los residuos en su domicilio antes de integrar este proyecto?	40.6 %	31.9 %	27.5 %
¿Separa en la actualidad los residuos en su domicilio?	87 %	13 %	
¿Conoce algún Punto Verde cerca de su domicilio?	68.1 %	27.5 %	Otro 4.2 %
¿Observó Ud. si en la FFyB hay recipientes diferenciados para la basura y los materiales reciclables?	97.1 %	2.9 %	
Si su respuesta es sí a la pregunta anterior, ¿Ud. los usa adecuadamente?	92.5 %	0 %	7.5 %

TABLA II. *Gestión de residuos*

	Sí	**No**
¿Recibió previamente alguna información sobre separación de residuos en la enseñanza formal?	53.6 %	46.4 %
¿En qué nivel de enseñanza, en caso de respuesta afirmativa?	**Preescolar** 2.7 %	
	Nivel Primario 21.6 %	
	Secundario 75.7 %	
¿Asistió previamente a integrar este proyecto a alguna charla abierta sobre GIRSU en FFyB o en otro lado (ámbito no formal)?	4.3 %	95.7 %

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA III. *Elección del proyecto y su relación con Química Orgánica I y II*

	Sí	No	A veces
Interés en el tema	78.3 %		
Facilidad en cumplir las horas	8.7 %		
Por la actividad de campo	11.6 %		
Otros	1.4 %		
¿Puede relacionar el contenido teórico impartido durante la asignatura PSE con este proyecto?	78.3 %	2.9 %	18.8 %
¿Pudo relacionar el contenido teórico de las asignaturas Química Orgánica I y II con el Proyecto?	17.4 %	82.6 %	

En la FIGURA 1 se muestra la nube de palabras surgida de los temas que más impactaron de las asignaturas de Química Orgánica. Las palabras con mayor frecuencia son aquellas que aparecen con fuente más grande.

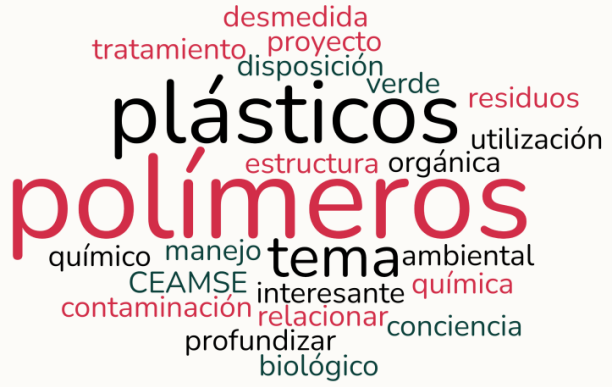


FIGURA 1 *Conceptos recordados de química orgánica relacionados al proyecto*

A continuación, se muestran los resultados de la evaluación del Aula Virtual alojada en el Campus de FFyB, el impacto del proyecto y la actividad de campo (Tabla 4).

TABLA 4. *Evaluación del Aula Virtual, impacto del proyecto y la actividad de campo*

	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	No se matriculó
¿Cómo evaluaría el Aula Virtual del proyecto en el Campus de FFyB?	60.9 %	34.8 %	2.9 %	0 %	1.4 %
	Sí		**No**		**Otro**
¿Este proyecto le permitió generar conciencia ambiental?	97.1 %		2.9 %		--
¿Le permitió este proyecto llevar lo aprendido a otros ámbitos (casa/ trabajo/ amigos)?	82.6 %		1.4 %		15.9 %
¿Repetiría la experiencia de visitar la Casa del Niño, aún luego de haber terminado la Práctica?	85.5 %		14.5 %		
¿Rindió la asignatura PSE?	23.2 %		76.8 %		

ISBN 978-987-47159-9-9

Si bien un 78.3 % de los estudiantes eligió este proyecto de Educación Ambiental por su interés en el tema, sólo un 4.3 % había asistido previamente a alguna charla abierta sobre gestión de residuos. Un poco más de la mitad (53.6 %) recibió alguna información sobre este tema en la enseñanza formal, principalmente en la Escuela Secundaria (75.7 %). Como impacto del proyecto, el porcentaje de estudiantes que separa actualmente los residuos en su domicilio se duplicó (pasó de 40.6 a un 87 %) y una gran mayoría (97.1 %) afirma que este proyecto le permitió generar conciencia ambiental, especialmente en sus lugares de trabajo.

Con respecto a los contenidos abordados, sólo un 17.4 % pudo relacionarlos a conceptos tratados durante las asignaturas Química Orgánica I y II del Ciclo Común de las carreras de Farmacia y Bioquímica, siendo el tópico principal los polímeros que constituyen los plásticos.

3.1. Comentarios libres sobre el proyecto por parte de los estudiantes

Entre los aspectos positivos, se destacan:

- *Está muy bueno que el proyecto propone y permite posibilidades para alumnos que no cuentan con tanta disponibilidad horaria.*
- *Hay mucho contenido de aprovechamiento que es de utilidad para concientizar a la población.*
- *Me parece un muy buen proyecto, completo, la profesora es muy comprometida.*
- *Me interesan mucho las charlas (actividades opcionales) que se ofrecen.*
- *Valoro poder adquirir este conocimiento y transmitirlo a otros para seguir potenciando.*
- *Es un proyecto muy lindo con un fin súper importante más allá de lo académico.*
- *El proyecto es hermoso. Me sirvió mucho para crear conciencia y espero poder multiplicar todo lo que sé ahora.*
- *Es muy interesante el contenido del proyecto*
- *Buen proyecto para concientizar sobre la separación, tratamiento y destino de los residuos y cuidado del medio ambiente.*
- Como sugerencias al proyecto, pueden citarse:
- *Integrar más los conceptos aprendidos en la Facultad... siento que no puedo aportar mucho desde mi perspectiva como futura profesional.*
- *Sería bueno organizar actividades de concientización intra-FFyB.*
- *Me hubiese gustado realizar algún afiche o charla ya sea en la Facultad o en algún ámbito cercano para concientizar a más personas.*
- *Poder hacer análisis de nuestra gestión y el proyecto, permitiría saber dónde generar el mayor impacto y así aprovechar más el tiempo, que puede ser limitado.*
- *Estaría bueno que (los alumnos que participamos en el proyecto) podamos dar alguna charla con relación al reciclaje y todo lo aprendido.*
- *Podría mejorar es el campus, quizás separarlo en solapas.*
- Dentro de las reflexiones de los estudiantes, se encuentran:
- *Es difícil llevar a la vida diaria lo aprendido cuando se convive con personas que capaz no tienen la misma conciencia ambiental, el cuidado del ambiente tiene que ser en conjunto.*
- *Se nota que falta mucha consciencia ambiental en la sociedad en general. Creo que comunicar información para cambiarlo también es nuestro rol como habitantes, y como profesionales de la salud también tiene impacto.*
- *Hasta el momento he aprendido mucho sobre el cuidado del ambiente, separación y recolección de residuos, un tema que lamentablemente no se habla y no es tan difundido, entendiendo la importancia del mismo y el impacto que genera, no sólo al medio ambiente sino también a la salud.*

Las observaciones y conclusiones sobre el proyecto, volcadas en los Cuadernos por parte de los estudiantes, fueron leídas cuidadosamente y constituyen una retroalimentación muy valiosa. En la FIGURA 2 se muestran algunos fragmentos, los cuales corresponden a estudiantes que ya rindieron la materia, un 23.2 % de los encuestados.

ISBN 978-987-47159-9-9

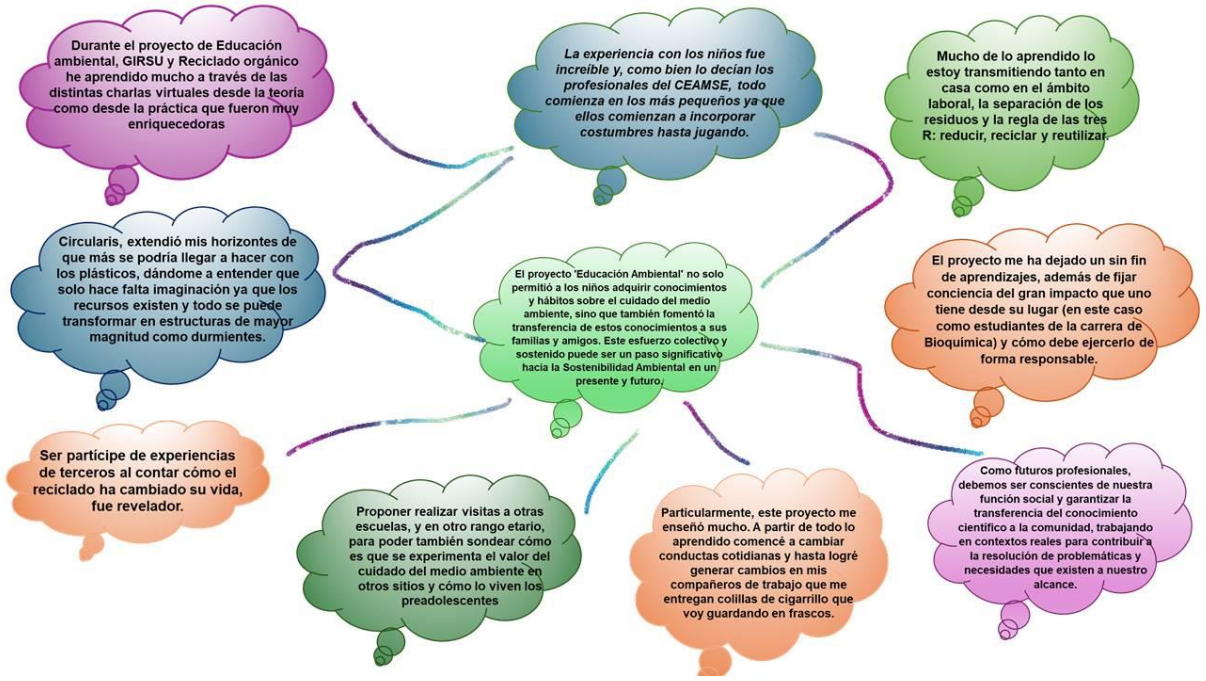


FIGURA 2. *Algunos textos elegidos de los Cuadernos PSE*

3. CONCLUSIONES

La educación ambiental necesita ser incorporada en las diversas asignaturas y en todos los niveles de enseñanza para que sea efectivamente incorporada como un estilo de vida. Nuestros estudiantes se unieron al este proyecto por su interés en el cuidado del ambiente y buscando también más formación en la temática. Muchos ya incorporaron la separación de residuos en sus hogares y en su lugar de trabajo, sin embargo, en la Facultad es aún un aspecto por mejorar.

Se destaca la importancia que los estudiantes le otorgan a una buena comunicación, mediante la posibilidad de transmitir lo aprendido a sus pares de la Facultad, amigos y compañeros de trabajo. Ya no sólo con la confección de folletos y su difusión a través de redes sociales, sino también a través de una charla informativa presencial. Esta actividad ya estaba en el cronograma para el mes de noviembre y se postergó hasta el inicio del primer cuatrimestre de 2025.

Con respecto a la experiencia de la actividad de campo realizada en la Casa del Niño, un alto porcentaje (85.5 %) volvería a hacerlo aún habiendo terminado la práctica, denotando el interés de los estudiantes. Ellos valoran el trabajo realizado con los niños, han podido ver sus avances con el correr de las intervenciones y notaron la labor de prevención de enfermedades y respeto por la biodiversidad.

También podría pensarse en expandir el rango etario, por lo que proyectaremos otro sitio de intervención, por ejemplo, un secundario en horario nocturno, a sugerencia de una estudiante y de colegas. En cuanto al aprendizaje, reforzaremos los contenidos relacionados a la química de los materiales plásticos. Por último, los estudiantes destacaron la importancia de vincularse con especialistas de las diferentes áreas de la educación ambiental, en quienes encuentran inspiración para un mayor compromiso con la sociedad y una formación integral.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad de Buenos Aires por la financiación del proyecto UBANEX en las Convocatorias, 12, 13 y 14, en el marco del cual se realizó este trabajo. También reconocen la colaboración brindada por la Fundación Manos Verdes, el Movimiento Embajadores Verdes y el personal de la CEAMSE.

ISBN 978-987-47159-9-9

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barni, C. (2021). *El sentido de la educación integral: proyecto de vida*. Centro Pedagógico José Kentenich.

Colmenares, A. (2019). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, *3*(1), 102-115.

Duschatzky, S. (2007). *Maestros errantes. Experimentaciones sociales en la intemperie*. Editorial Paidós.

Mardell, B., Ryan, J., Krechevsky, M., Baker, M., Schulz, T. S. y Liu-Constant, Y. (2023). *Una pedagogía del juego: Apoyar el aprendizaje lúdico en las aulas y los colegios*. Proyecto Zero.

Nay-Valero, M. y Febres Cordero-Briceño, M. (2019). Educación Ambiental y Educación para la Sostenibilidad: historia, fundamentos y tendencias. *Encuentros*, *17*(02), 24-45.

Nhat Hanh, T. y Weare, K. (2019) *Los educadores felices cambian el mundo. Una guía para cultivar la plena consciencia en la educación*. Editorial Kairos.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1z0GXyFSIhGf1pnM7l5_I-u3Y6vnDemW6/view

ISBN 978-987-47159-9-9

SEMBRANDO FUTURO: EXPANDIENDO EL IMPACTO EDUCATIVO EN COMUNIDADES VULNERABLES MÁS ALLÁ DEL DÍA DE LA INTERVENCIÓN

Andrea Mathilde Mebert

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB - UBA), Instituto de Química y Metabolismo del Fármaco, IQUIMEFA (CONICET - UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
ammebert@gmail.com

Silvia Asís

Cátedra de Química Orgánica 2, Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB -UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
elizabetenator@gmail.com

Gisela Solange Álvarez

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB - UBA), Instituto de Química y Metabolismo del Fármaco, IQUIMEFA (CONICET - UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
gialvarez80@gmail.com

Oriana Perna

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB - UBA), Instituto de Química y Metabolismo del Fármaco, IQUIMEFA (CONICET - UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
orianaperna17@gmail.com

Lurdes Milagros López

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB - UBA), Instituto de Química y Metabolismo del Fármaco, IQUIMEFA (CONICET - UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
lurdesmlopez.12@gmail.com

María Victoria Tuttolomondo

Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (FFyB - UBA), Instituto de Química y Metabolismo del Fármaco, IQUIMEFA (CONICET - UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
mvt@fyb.uba.ar

Resumen

Las actividades de extensión universitaria fortalecen el vínculo entre las instituciones educativas y la comunidad, impactando directamente en problemáticas sociales a través de proyectos educativos y asistenciales. El proyecto UBANEX 14, "Afrontamiento del Estrés, Resiliencia, Calidad Educativa y Asistencial", busca mejorar el bienestar emocional y educativo de niños en situaciones de vulnerabilidad. Este proyecto, desarrollado en la Casa del Niño María de Nazaret en Villa Ballester, Buenos Aires, se enfocó en actividades que extendieran el impacto educativo más allá de la intervención inicial. Entre las actividades destacadas, se incluyeron la tinción de flores por capilaridad y la observación de fotosíntesis, permitiendo a los

ISBN 978-987-47159-9-9

niños interactuar con conceptos científicos de forma accesible. Además, se realizaron actividades lúdicas como unir puntos y sopas de letras, alineadas con temas de reciclaje y ecología que se estaban trabajando en la institución. Estas intervenciones han mostrado un avance significativo en el interés y la curiosidad de los niños, mientras que la comunicación continua con los docentes ha permitido ajustar las estrategias para maximizar el aprendizaje. La iniciativa fomenta la continuidad del aprendizaje, no solo reforzando conceptos científicos, sino también creando vínculos emocionales y educativos entre los niños, estudiantes universitarios y docentes.

Palabras clave: *intervención educativa; extensión universitaria; curiosidad científica; vinculación comunitaria; metodologías activas.*

1. INTRODUCCIÓN

Las actividades de extensión universitaria cumplen un papel fundamental en la vinculación entre las instituciones educativas y la comunidad, generando un impacto directo en las problemáticas sociales a través de proyectos educativos, culturales y asistenciales. En este contexto, las universidades no solo se posicionan como centros de enseñanza e investigación, sino también como actores clave para el desarrollo social y comunitario. La extensión universitaria se presenta como una herramienta fundamental para la integración de la educación superior con la comunidad, permitiendo el desarrollo de proyectos que impactan directamente en la calidad de vida de diversas poblaciones. Esta iniciativa propone extender las actividades más allá del día de la intervención, utilizando metodologías que fomenten la continuidad del aprendizaje y la interacción con los educadores de la institución receptora (Burkhart-Kriesel, Weige y Hawkins, 2019; Olarte-Mejía y Ríos-Osorio, 2015).

El presente trabajo se enmarca en el proyecto UBANEX 14, titulado "Afrontamiento del Estrés, Resiliencia, Calidad Educativa y Asistencial", un proyecto de extensión universitaria de la Universidad de Buenos Aires (UBA). El objetivo de este proyecto es brindar herramientas que promuevan la resiliencia y el afrontamiento del estrés en poblaciones vulnerables. Esta intervención es un agregado a los esfuerzos realizados previamente en el proyecto UBANEX 13, en el cual se implementó el uso de redes sociales para extender el contacto y el aprendizaje más allá del día de la intervención. Sin embargo, dado que esta estrategia es ineficaz para los niños pequeños que no acceden a redes sociales, en esta ocasión se utilizaron actividades presenciales y materiales tangibles para extender el impacto educativo.

El trabajo se realizó en la Casa del Niño “María de Nazaret” en Villa Ballester, un hogar diurno que recibe diariamente a alrededor de 90 niños de entre 2 y 14 años, provenientes de familias que viven en condiciones de pobreza y marginalidad. La Casa del Niño María de Nazaret no sólo proporciona un espacio seguro para los niños, sino que también se dedica a fomentar su desarrollo integral a través de actividades educativas y recreativas. Las actividades desarrolladas buscaron extender el aprendizaje más allá de la intervención puntual, utilizando herramientas accesibles y atractivas para los niños. Entre estas actividades se incluyeron la tinción de flores por capilaridad y la observación de fotosíntesis, complementadas por actividades lúdicas como unir puntos y sopas de letras.

Los beneficios de las intervenciones educativas en contextos vulnerables han sido ampliamente documentados en la literatura. Según Chapman, el involucramiento activo en actividades educativas no solo mejora el aprendizaje, sino que también contribuye al desarrollo de habilidades socioemocionales en los niños. Asimismo, la utilización de metodologías prácticas, como la observación directa de fenómenos naturales, permite a los niños conectar conceptos teóricos con la realidad que les rodea, lo que resulta en un aprendizaje más significativo (Mercado et al., 2022; Chapman et al., 2013).

2. FUNDAMENTACIÓN

La práctica de la extensión universitaria ha evolucionado en las últimas décadas, pasando de ser una simple transferencia de conocimientos hacia un enfoque más integrador que busca la construcción conjunta de saberes. Este enfoque, que enfatiza la interacción entre la universidad y la comunidad, se fundamenta en la idea de que la educación debe ser un proceso colaborativo y contextualizado, donde ambas partes aporten sus

ISBN 978-987-47159-9-9

saberes y experiencias para crear soluciones efectivas a las problemáticas sociales. Según Maass y Sabulsky (2014), la extensión universitaria no solo contribuye al desarrollo de la comunidad, sino que también enriquece la formación de los estudiantes al permitirles aplicar sus conocimientos en contextos reales. En este sentido, la extensión se convierte en un espacio de aprendizaje significativo, donde los estudiantes universitarios pueden enfrentar y reflexionar sobre las realidades sociales, económicas y ambientales de sus comunidades (Maass y Sabulsky, 2014).

La educación ambiental ha cobrado relevancia en este contexto, especialmente ante los crecientes desafíos del cambio climático y la degradación ambiental. Las intervenciones educativas que incorporan prácticas ambientales son esenciales para generar conciencia sobre la importancia de cuidar el entorno y fomentar un sentido de responsabilidad hacia el mismo (García y Priotto, 2009). En particular, la educación ambiental puede ser un motor de cambio en poblaciones vulnerables, permitiendo que los niños no solo comprendan la relevancia de la sostenibilidad, sino que también desarrollen habilidades críticas para enfrentar los desafíos ambientales que impactan sus vidas. García y Priotto (2009) destacan que las experiencias educativas que involucran la naturaleza y el medio ambiente son especialmente efectivas en el desarrollo de actitudes proambientales en los niños, lo que puede resultar en un compromiso a largo plazo con la conservación y el cuidado del entorno.

Las actividades lúdicas, como la tinción de flores por capilaridad y la observación de la fotosíntesis, son ejemplos de cómo se pueden enseñar conceptos científicos de manera accesible y atractiva. Estas experiencias no solo permiten a los niños interactuar con la ciencia de manera tangible, sino que también fomentan la curiosidad y el interés por el aprendizaje, elementos fundamentales para su desarrollo integral. Además, el juego y la experimentación son herramientas poderosas que facilitan el aprendizaje activo y la comprensión de conceptos complejos a través de la exploración (Mardell et al., 2023). Las actividades prácticas, al ser interactivas y atractivas, permiten a los niños conectar conceptos teóricos con la realidad que les rodea, haciendo que el aprendizaje sea más significativo y duradero.

La intervención en la Casa del Niño María de Nazaret se basa en la premisa de que el aprendizaje debe ser un proceso continuo que trascienda el espacio y tiempo de la actividad. A través de la implementación de actividades prácticas y accesibles, se busca que los niños no sólo adquieran conocimientos, sino que también se sientan motivados a explorar, preguntar y aprender de manera activa. Este enfoque está alineado con los principios de la educación constructivista, que sostiene que el aprendizaje es un proceso activo de construcción de conocimientos a partir de la experiencia. Al fomentar un entorno en el que los niños puedan interactuar con su entorno y hacer preguntas, se promueve un aprendizaje más profundo y un desarrollo de habilidades críticas que son esenciales en su vida cotidiana.

La importancia de la educación ambiental en contextos vulnerables no puede ser subestimada. La participación activa en actividades educativas no solo mejora el aprendizaje, sino que también contribuye al desarrollo de habilidades socioemocionales en los niños, lo que es especialmente crucial en entornos donde enfrentan múltiples adversidades. Además, las intervenciones educativas que se centran en el entorno natural pueden ayudar a los niños a desarrollar un sentido de pertenencia y responsabilidad hacia su comunidad y su entorno (Burkhart-Kriesel, Weige y Hawkins, 2019). Estas experiencias, al ser integradoras y significativas, permiten que los niños desarrollen una identidad propia en relación con su entorno, promoviendo un compromiso activo hacia su comunidad y el medio ambiente.

La extensión universitaria y la educación ambiental juegan un papel fundamental en la creación de comunidades más resilientes y comprometidas. A través de actividades lúdicas y prácticas, como la tinción de flores y la observación de la fotosíntesis, se busca no solo educar, sino también empoderar a los niños para que se conviertan en agentes de cambio en sus comunidades. Este enfoque no solo enriquece su aprendizaje, sino que también fomenta un sentido de responsabilidad hacia el cuidado del medio ambiente y su propio desarrollo personal.

3. OBJETIVOS

ISBN 978-987-47159-9-9

- Extender el impacto educativo más allá del día de la intervención mediante actividades prácticas y lúdicas que permitan a los niños explorar conceptos científicos de manera continua.
- Reforzar conceptos aprendidos durante los talleres de plantas y promover el aprendizaje de conceptos como la capilaridad, la fotosíntesis.
- Reforzar la importancia del reciclaje y la ecología, a través de actividades accesibles y alineadas con el contexto de los niños.
- Fomentar la curiosidad y el interés por la ciencia mediante la realización de experiencias prácticas que puedan ser observadas durante varios días.

4. METODOLOGÍA

La intervención se realizó en la Casa del Niño “María de Nazaret”, un hogar diurno en Villa Ballester que ofrece un entorno seguro y educativo para niños que viven en el barrio de emergencia 9 de Julio. Las actividades diseñadas se alinearon con el tema de reciclaje y plantas, que ya se estaba trabajando en la institución. Las actividades fueron adaptadas y presentadas por alumnos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (FfyB), y supervisadas por las docentes a cargo del proyecto.

4.1 Tinción por Capilaridad de Flores

Se realizó una actividad en la que se mostraron flores previamente teñidas a los niños, para que pudieran observar el resultado final del fenómeno de capilaridad. Luego, se les entregaron flores blancas y colorantes alimentarios para que colocaran las flores en soluciones coloreadas y pudieran observar el cambio de color de las flores con el paso de los días (FIGURA 1). Este proceso permite a los niños involucrarse activamente en la observación del fenómeno y fomenta su curiosidad por el transporte de agua en las plantas. Se mantiene una comunicación constante con los docentes de la institución para monitorear el progreso de las flores.



FIGURA 1. ***a.*** *Puesta en escena del experimento que ilustra el fenómeno de capilaridad.* ***b.*** *Durante la intervención.* ***c.*** *Luego de la intervención para su observación diaria*

4.2 Observación de Fotosíntesis con el "Lazo de Amor"

En esta actividad, se entregó un frasco cerrado que contenía una planta de la especie *Chlorophytum comosum* ("lazo de amor"). Al colocar el frasco bajo la luz solar, los niños podían observar la aparición gradual de burbujas de aire en las hojas (FIGURA 2), lo que indicaba el proceso de fotosíntesis. Dado que la formación de burbujas es un proceso lento, se dejó el frasco en la institución para que los niños pudieran continuar observando este fenómeno a lo largo del tiempo. Esta actividad permitió a los niños visualizar un proceso biológico clave y desarrollar un entendimiento intuitivo de la interacción entre las plantas y la luz.

ISBN 978-987-47159-9-9

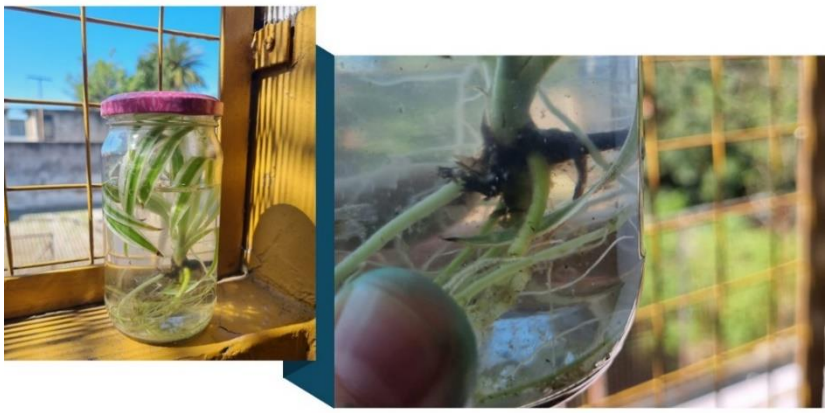


FIGURA 2. *Burbujas de oxígeno sobre las hojas del Lazo de amor*

4.3 Actividades de Refuerzo: Unir Puntos y Sopas de Letras

Para complementar y prolongar el aprendizaje, se distribuyeron hojas de actividades de unir puntos para los niños más pequeños, en las cuales formaban imágenes relacionadas con el reciclaje y la naturaleza (animalitos, flores, árboles). También se les dio un afiche celeste con una imagen de una canilla de agua para que, de forma grupal, pegaran papelitos en forma de gotitas de agua con sus sugerencias sobre cómo cuidar la naturaleza. A los niños mayores se les entregaron sopas de letras con términos asociados al medio ambiente y las plantas. Estas actividades lúdicas reforzaban los conceptos tratados durante la intervención (Fig. 3) y ofrecían una oportunidad para que los niños continuaran aprendiendo más allá de la fecha de la intervención.



FIGURA 3. *Actividades presenciales relacionadas con ecología y reciclaje*

5. RESULTADOS O GRADO DE AVANCE

Las intervenciones realizadas han demostrado un avance notable en el interés y la participación de los niños, quienes se han involucrado activamente en las diversas actividades propuestas. Las experiencias prácticas, diseñadas para ser atractivas y accesibles, han capturado la atención de los pequeños, promoviendo un ambiente propicio para el aprendizaje. A través de la implementación de metodologías interactivas, hemos podido observar cómo la curiosidad científica de los niños ha aumentado significativamente. Esto se ha evidenciado en las numerosas preguntas y comentarios que han surgido en relación con los fenómenos que han tenido la oportunidad de explorar.

La comunicación constante y efectiva con los docentes de la institución ha sido clave en este proceso, permitiendo ajustar las estrategias educativas de acuerdo con las necesidades y ritmos de aprendizaje de los

niños. Gracias a este enfoque colaborativo, se ha logrado crear un espacio donde los educadores pueden compartir observaciones sobre el comportamiento y el interés de los niños, lo que ha facilitado la personalización de las actividades y el contenido. Esto ha permitido no solo responder a las inquietudes de los niños, sino también enriquecer la propuesta educativa con elementos que resuenan con sus intereses y contextos.

Además, se ha establecido un diálogo muy rico y fluido entre los niños y los estudiantes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFyB), creando un ambiente en el que los niños se sienten verdaderamente escuchados y valorados. La presencia de los estudiantes como "científicos que vinieron a mostrarles cosas" ha generado un vínculo significativo, donde los niños no solo ven a estos jóvenes como educadores, sino también como modelos a seguir. Esta dinámica ha facilitado la contención emocional y ha permitido el establecimiento de lazos fuertes entre las diferentes comunidades involucradas en el proyecto.

En consecuencia, la interacción constante y el intercambio de ideas han promovido un sentido de pertenencia y conexión, tanto entre los niños como entre los educadores y los estudiantes de FFyB. Este enriquecedor proceso de aprendizaje no solo ha fortalecido el compromiso de los niños con su entorno, sino que también ha sentado las bases para futuras colaboraciones y proyectos comunitarios, fomentando un ambiente de aprendizaje inclusivo y enriquecedor para todos los participantes.

6. CONCLUSIONES Y EXPECTATIVAS

Las intervenciones implementadas en la Casa del Niño María de Nazaret han demostrado ser efectivas en la promoción de la curiosidad científica y el aprendizaje sobre el medio ambiente. Las actividades de tinción de flores y observación de la fotosíntesis, complementadas con actividades de refuerzo, han permitido a los niños conectar conceptos teóricos con experiencias concretas.

Se espera que estas actividades continúen desarrollándose y adaptándose a las necesidades de los niños, promoviendo un ambiente educativo enriquecedor que fomente su desarrollo integral. La colaboración constante con los docentes de la institución será fundamental para seguir mejorando las estrategias y asegurar el éxito de las futuras intervenciones.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad de Buenos Aires (UBA) por la financiación del Proyecto Acreditado "Afrontamiento del estrés, resiliencia, calidad educativa y asistencial" del Programa UBANEX 14 "Dr. RAÚL RICARDO ALFONSÍN, 40 años de la Restauración de la Democracia" en el marco del cual se realizó este trabajo; y a Casa del Niño "María de Nazaret" por habernos abierto las puertas para realizar estas intervenciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burkhart-Kriesel, C., Weigle, J. L., & Hawkins, J. (2019). Engagement to enhance community: An example of Extension's land-grant mission in action. *Soc. Sci.*, *8*(1), 27. https://doi.org/10.3390/socsci8010027

Chapman, R. L., Buckley, L., Sheehan, M., & Shochet, I. M. (2013). School-based interventions for increasing connectedness and reducing risk behavior: A systematic review. *Educational Psychology Review, 25*(1), 95–114. https://doi.org/10.1007/s10648-013-9216-4

García y Priotto (2009). Educación Ambiental: aportes políticos y pedagógicos en la construcción del campo de la Educación Ambiental. Buenos Aires : Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 228 p. https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/educacion-ambiental.pdf

Maass, M., & Sabulsky, G. (2014). La vinculación como estrategia de formación en la educación superior. Áreas de Humanidades y Ciencias Sociales y de Artes, Arquitectura y Diseño. *La vinculación como estrategia de formación en educación superior*, 85. http://www.innovacesal.org/micrositio_redic_2015/redic_pub2015_integrado.pdf#page=86

Mardell, B., Ryan, J., Krechevsky, M., Baker, M., Schulz, T. S., y Liu-Constant, Y. (2023). Una pedagogía del juego: Apoyar el aprendizaje lúdico en las aulas y los colegios. Cambridge, MA: Proyecto Zero. https://pz.harvard.edu/sites/default/files/Pedagogy%20of%20Play%20Spanish%20Translation%20Final_Jan%202024.pdf

Mercado, J. D., Muñoz, J. M., Apaza, E. C., & Cataño, C. R. (2022). La Resiliencia individual, organizacional y comunitaria del docente en contextos vulnerables: revisión de la literatura. *Desafíos*, *13*(1), 37-45. https://doi.org/10.37711/desafios.2022.13.1.366

Olarte-Mejía, D. V., & Ríos-Osorio, L. A. (2015). Enfoques y estrategias de responsabilidad social implementadas en Instituciones de Educación Superior. Una revisión sistemática de la literatura científica de los últimos 10 años. *Revista de la educación superior*, *44*(175), 19-40. https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.10.001

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1eKW2w48ZDtmByWSmBP7KDoS6iCuh3pGW/view

ISBN 978-987-47159-9-9

LAS ARTES VISUALES: UN RECURSO DIFERENTE PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Miguel Ángel Martínez

Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Río Negro, Argentina.
goumar61@gmail.com

Dina Judith Carp

Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Río Negro, Argentina.
dcarp@unrn.edu.ar

Carla Janyistabro

Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Río Negro, Argentina.
cjanyistabro@yahoo.com

Resumen

Durante la Pandemia de Covid-19 se consideró la posibilidad de establecer algún tipo de vínculo afectivo-emocional para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de las clases virtuales, que fueron el canal fundamental de comunicación con los estudiantes. Surgió la idea de incorporar imágenes de obras pictóricas que se utilizaron como imágenes alusivas, analogías o metáforas visuales, para confeccionar actividades relacionadas con diferentes temas de Química. Se evaluó a través de encuestas y entrevistas escritas si los alumnos aceptaban como pertinentes las actividades propuestas y si les resultaban significativas en su proceso de aprendizaje. Los resultados muestran que los estudiantes lograron comprender las relaciones analógicas establecidas y que el uso de imágenes alusivas o metafóricas, sirvieron como disparadores para introducir ciertos temas o para fijar algunos conceptos. Los estudiantes destacaron la posibilidad de realizar observaciones desde otra perspectiva y de poder relacionar un tema que no comprendían con una obra artística, ofreciendo un modo alternativo de abordarlo. Las devoluciones recibidas por parte de los estudiantes, permitieron un permanente mejoramiento de las actividades propuestas y la continuidad de su uso, aún después de terminada la pandemia.

Palabras clave: *Química; enseñanza; artes visuales; analogía; metáfora.*

1. INTRODUCCIÓN

Durante la Pandemia de Covid-19 surgió la idea de intercalar en las clases virtuales de química, imágenes pictóricas que a priori podrían parecer fuera de contexto, con el fin de establecer algún tipo de vínculo afectivo-emocional. Hay que tener en cuenta que los actuales estudiantes mantienen una relación más fluida con las imágenes que con los textos escritos, por el hecho de ser nativos digitales.

Se realizó un trabajo con la motivación de conocer si el uso de imágenes pictóricas como analogías, metáforas o imágenes alusivas podría contribuir positivamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de conceptos básicos de química orgánica y química general.

2. MARCO TEÓRICO

En el estudio de la Química es importante la comprensión de conceptos abstractos, de modelos, sus relaciones y su aplicación en procesos. La utilización de diferentes tipos de representación del conocimiento tiende a favorecer la visualización de conceptos abstractos, las cuales pueden ser utilizadas de diversas formas en la clase y con variados niveles de efectividad en el aprendizaje. (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001)

Los avances científicos en neurociencia remarcan que existen conexiones entre el funcionamiento cognitivo, emocional y social del ser humano. Como sostiene Mary Helen Immordino-Yang en Emociones,

ISBN 978-987-47159-9-9

aprendizaje y el cerebro: "Aún en materias académicas tradicionalmente consideradas como no-emocionales, la comprensión profunda depende de conseguir conexiones emocionales entre los conceptos". (2016, pág. 23). A través de la regulación y la atención estimulada, la motivación y la evaluación de posibles resultados sociales y cognitivos, la emoción sirve para facilitar el reclutamiento de las redes cerebrales que apoyan las habilidades que el estudiante está desarrollando. (Posner & Rothbart, 2005)

2.1. La analogía

El pensamiento analógico se remonta a la aparición del lenguaje y juega un papel importante en el desarrollo del conocimiento, en particular del conocimiento científico. Las analogías, comparaciones entre dominios de conocimiento que mantienen una relación de semejanza entre sí, constituyen un importante recurso en la enseñanza de las ciencias (Coll, 2015). Su implementación ayuda a entender los fenómenos naturales mediante la comparación de un concepto científico (objetivo) con un objeto o evento familiar (análogo), que es mejor conocido y comprendido por el alumnado (Dagher, 1995). El proceso de transferencia que hace el alumno es el verdadero sentido de la analogía. Es un proceso bidireccional que exige la construcción de un modelo interactivo que va más allá de una mera asociación de atributos entre el objetivo y el análogo. Como lo indican Galagovsky y Aduriz Bravo, se trata de una construcción personal del alumno diferente al estímulo externo que hace el profesor en una transposición didáctica de los modelos científicos. (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001)

2.2. La metáfora

Mientras que la analogía apunta a una correspondencia entre términos de dos conjuntos mediante una relación común, en la metáfora hay un mecanismo de transferencia de un término literal a otro figurado. De una forma más sutil produce de alguna forma un conocimiento de lo que alude. En la ciencia ha sido utilizada especialmente para abordar cuestiones que se resisten a modelizaciones bajo la perspectiva de lo meramente intuitivo, o de lo cotidiano. Permite sacar a la luz aquello que no se ve en forma directa.

2.3. Las imágenes alusivas

Las imágenes alusivas son representaciones visuales que no solo ilustran un concepto, sino que también lo conectan con conocimientos previos o situaciones cotidianas, lo que potencia la comprensión y la retención de la información. Paivio (1986) en *Representaciones mentales* sostiene que existen dos canales de procesamiento para la información, el verbal y el visual y cuando los estudiantes reciben información a través de ambos canales, su capacidad para recordar y comprender se ve significativamente mejorada.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general:

- Explorar las posibilidades que pueden brindar las artes visuales para complementar la enseñanza y el aprendizaje de contenidos disciplinares de Química básica.

3.2. Objetivos específicos:

- Desarrollar actividades utilizando imágenes pictóricas que, en forma de representaciones alusivas, analogías o metáforas, permitan el abordaje de temas correspondientes a cursos iniciales de Química
- Evaluar la pertinencia y el grado de aceptación por parte de los alumnos de las actividades desarrolladas haciendo uso de imágenes pictóricas.
- Indagar sobre la percepción y el impacto que tiene en los estudiantes, el uso de imágenes pictóricas en forma de alusiones, analogías o metáforas, como herramientas de enseñanza.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1. Contexto de trabajo

El trabajo se realizó en el contexto de la enseñanza universitaria con una población de estudiantes de la asignatura Química II, correspondiente al segundo año de la Licenciatura en Criminología y Ciencias Forenses de la Universidad Nacional de Río Negro.

La experiencia se implementó durante varios cuatrimestres, siendo modificadas las actividades propuestas, a partir de la retroalimentación con la interacción con los estudiantes, en un ciclo de investigación – acción. La metodología de investigación–acción (i-a) para mejorar la educación cambiando las prácticas docentes, permite aprender gracias al análisis reflexivo de las consecuencias que genera (Suárez Pazos, 2002).

4.2. Desarrollo de actividades para distintos temas

Para el diseño de actividades con un formato que se adecuara al abordaje de distintos temas, se realizaron actividades preliminares e iniciales.

Se realizó una actividad exploratoria para analizar si la introducción de imágenes pictóricas durante el desarrollo de la clase de Química podía ser pertinente y permitía además introducir un tema o reflexionar sobre algún aspecto específico relacionado con la materia. Se mostró “El Guernica” de Picasso, se brindó cierta información sobre el mismo y luego se llevó a cabo una primera encuesta, que mostró que la actividad era recibida positivamente por los alumnos. Posteriormente se realizó una actividad inicial sobre la combustión. Se eligió este tema, pues es uno de los primeros contenidos del cursado y articula con la asignatura previa (Química I, donde se brindan contenidos de química general e inorgánica). Se utilizó un cuadro de Quinquela Martin que representa un barco incendiado, para reflexionar desde el punto de vista de la Química sobre la combustión. En el desarrollo de la clase se pudo observar cómo el uso de una imagen podía ser útil para reflexionar sobre un fenómeno químico y a la vez evidenciaba algunas ideas preconcebidas erróneas por parte de los alumnos. Posteriormente se decidió sistematizar el uso de imágenes pictóricas como metodología de trabajo, elaborando presentaciones PowerPoint para cada tema y diseñando actividades que vinculan las artes visuales y la Química. Como la investigación se realizó durante varios años, las presentaciones fueron reelaboradas en función de los resultados obtenidos en las devoluciones de los alumnos, para promover un papel activo del alumno como constructor y reconstructor de su propio conocimiento. Las presentaciones tuvieron diferentes propuestas, dependiendo el tema: actividades con representaciones alusivas del tema, actividades que recurren a la analogía y actividades que recurren a la metáfora.

4.2. Recursos utilizados de acuerdo a las actividades implementadas

4.2.1. Actividades que recurren a la analogía

Se incorporaron obras que permitían trazar algún tipo de analogía. En el caso de las imágenes usadas para elaborar analogías fue necesario “pulir” la presentación, para identificar el análogo base y el objetivo, la relación existente entre ellos y la construcción de la analogía. Temas abordados: estados de oxidación, formas de representación de una molécula orgánica, isomería, mecanismos de reacción.

Las analogías basadas en obras pictóricas siguieron el siguiente formato:

Análogo base: Atributos de los elementos de la obra o nexo entre ellos.

Objetivo: Concepto científico de química.

[elemento de la obra: nexo o atributo: tema conocido química: nuevo concepto]

Relación: Correspondencia entre un elemento que se destaca en la obra, con algún atributo o un nexo con otros elementos de la obra y que resulta similar a la correspondencia que establece un tema de la química ya conocido, con el nuevo concepto que se pretende abordar.

Construcción de la analogía: Se establece en forma verbal en qué consiste la analogía.

4.2.2. Actividades que recurren a la metáfora

Se buscaron imágenes que podían servir como metáforas visuales, requiriendo que de algún modo remitiesen al tema tratado. La idea fue impactar, sorprender al estudiante con una imagen que pareciera a primera vista fuera de contexto, para luego lograr establecer un vínculo entre la obra presentada y el tema a tratar.

Temas abordados: tipos de reacciones químicas, equilibrio químico.

ISBN 978-987-47159-9-9

4.2.3. Actividades con representaciones alusivas

Se utilizaron obras pictóricas a *modo* de disparadores, indagando sobre conocimientos previos de los estudiantes. Temas abordados: reacciones de combustión, alcoholes, ácidos carboxílicos y aminas, drogas de diseño.

Las actividades se realizaron en distintos momentos del encuentro áulico. En general las metáforas visuales se utilizaron al inicio de un tema porque se utilizaron como disparadores para el mismo. Las analogías se utilizaron durante el desarrollo de un tema buscando afianzarlo o hacia el final para terminar de cerrar un tema.

4.3. Instrumentos de análisis

Se uso un diseño explicativo secuencial (DEXPLIS) (Hernández Sampieri, Fernández y Baptista, 2010) donde se recaban y analizan datos cuantitativos inicialmente, que permiten construir un instrumento para realizar un análisis cualitativo.

4.3.1. Cuestionarios y/o encuestas virtuales:

En una primera instancia se utilizaron encuestas anónimas que permitían un análisis cuantitativo. Se utilizaron los instrumentos que proveen las plataformas de las aulas virtuales. Los cuestionarios realizados mostraron una valoración positiva respecto a la pertinencia de las actividades propuestas.

4.3.2. Entrevistas escritas:

En una segunda etapa se recurrió a entrevistas escritas. Estas entrevistas no eran anónimas, pero se realizaban luego de aprobar la materia, por lo tanto, el alumno no tenía la presión de dar una respuesta favorable. Se analizaron los comentarios de 62 textos recibidos, entre julio 2021 y agosto 2023.

5. RESULTADOS

Se analizaron 62 tareas con textos de opinión (entrevistas escritas) a través de la plataforma virtual Pemtic. Un 96% de los alumnos manifestó una valoración positiva de la actividad propuesta. Un 4% de los estudiantes expresó que las actividades con imágenes pictóricas no le habían servido para mejorar el conocimiento de la materia o que no le habían resultado interesantes.

5.1. Actividades que recurren a la analogía

Se diseñaron actividades usando obras pictóricas como analogías para diferentes temas. En la TABLA I se detallan las analogías propuestas y posteriormente se describe como se construyó la analogía durante el desarrollo de la clase, se mencionan los cuadros utilizados y un comentario extraído de alguna de las entrevistas.

TABLA I. *Analogías propuestas para distintos temas*

ACTIVIDAD	*Análogo base*	*Objetivo*	*Relación*
ESTADOS DE OXIDACIÓN	Percepción del color	Estado de oxidación	[Color: Percepción del color: Átomo de un Elemento: Estado de oxidación] Interacción con el entorno.
FORMAS DE REPRESENTA-CIÓN DE UNA MOLÉCULA ORGÁNICA	Representación de una persona (retrato)	Representación de una molécula	[Persona: Retrato: Molécula: Fórmula] Niveles de información
ISOMERÍA	Conjunto de formas que se ordenan de diferente manera para obtener figuras distintas	Conjunto de átomos que se ordenan de diferente manera para obtener moléculas distintas.	[Formas: Figura: Átomos: Molécula] Organización espacial

ISBN 978-987-47159-9-9

Continuación TABLA I. Analogías propuestas para distintos temas

ACTIVIDAD	*Análogo base*	*Objetivo*	*Relación*
MECANISMOS DE REACCIÓN	Crimen	Reacción química	[Hombre-Mujer: Crimen: Reactivos: Reacción] Elementos que están presentes para que ocurra un evento [Asesino-víctima: Crimen: Productos: Reacción] Transformación de los elementos debido al evento ocurrido.
MECANISMOS DE REACCIÓN	Cadáver como prueba del delito y asesino arrestado.	Productos finales de una reacción.	[Víctima-Asesino: Cadáver-Preso: Estado intermediario: Productos finales] Hay una situación intermedia que tendrá un desenlace.

5.1.1. Estados de oxidación

Construcción de la analogía: "Un color puede ser percibido de distinta forma según de qué otro color esté rodeado; un átomo de un elemento puede presentar distintos estados de oxidación según a qué otro átomo esté enlazado."
Se utilizan las series de pinturas con cuadrados superpuestos del artista abstracto Josef Albers que demuestran cómo se perciben diferentes los colores según su entorno cromático.
Comentarios: "Esta imagen ayuda a comprender la importancia y la variabilidad de los estados de oxidación, ya que estos cambian en cada átomo, dependiendo del compuesto con el que estén mezclados. Por eso los colores de los distintos cuadros aumentan o pierden intensidad, dependiendo del color que tengan de fondo".

5.1.2. Formas de representación de una molécula orgánica

Construcción de la analogía: "Existen diferentes formas de retratar una persona, que implican diversos niveles de información. De la misma manera, existen diferentes formas de representar una molécula, que implican diversos niveles de información."

Se mostraron tres distintos retratos de Rembrandt, una pintura, un dibujo y un esquema.

Comentarios: *"Los autorretratos de Rembrandt me ayudaron para ver el tema de las formas de representación ya que se podía visualizar fácilmente que se puede ir de una forma más compleja a una más sencilla y sigue representando lo mismo."*

5.1.3. Isomería

Construcción de la Analogía: "Así como usando un conjunto de formas se pueden obtener distintas figuras si se las ordena en forma diferente, también con un conjunto de átomos se pueden obtener distintas moléculas si se las ordena en forma diferente".

Se utilizaron para la actividad distintos grabados de Escher.

Comentarios: *"Obras como las de isomería y estero-isomería realmente me ayudaron a comprender el tema. Visto de esa forma me fue mucho más fácil entender sobre esos temas que al principio son muy confusos."*

5.1.4. Mecanismos de reacción

Para esta actividad se utilizó *"el asesino amenazado*" de Magritte.

Construcción de la analogía: "Un hombre y una mujer se enfrentan, ocurre un crimen, como consecuencia el hombre se convierte en asesino y la mujer en víctima. Dos reactivos se enfrentan, ocurre una reacción, como consecuencia los reactivos se convierten en productos".

ISBN 978-987-47159-9-9

Además de la comprensión de las analogías propuestas, se pudo observar los estudiantes pudieron reflexionar sobre la complejidad que presentan ciertos temas y que requieren una mirada más interdisciplinaria para abordarlos.

Comentarios: *"En relación a mecanismos de reacción, me resultó muy útil "El asesino amenazado" de Magritte, con su analogía para descubrir al asesino mediante una serie de pasos, me ayudó a comprender lo que significaba el tema, lo que sucedía dentro de una reacción y los distintos "caminos" que se podían tomar para realizar y comprender dicha reacción"*

5.2. Actividades que recurren a la metáfora

5.2.1. Actividad: Tipos de reacciones de la Química Orgánica

Se utilizaron para esta actividad diferentes cuadros del pintor surrealista René Magritte como metáforas para las reacciones de sustitución, eliminación y adición.

Comentarios: "*Me gustaron los cuadros de Magritte que hablaban sobre los mecanismos de reacción. Me pareció una forma práctica de relacionarlos con el tema y aprenderlos más fácil."*

5.2.2 Actividad: Equilibrio Químico

El Equilibrio Químico es uno de los temas de la Química que requiere cierto grado de abstracción. El hecho que sea un estado en el que no se observan cambios conforme el tiempo transcurre, hace posible que los alumnos lo entiendan como algo estático, cuando en realidad es un proceso dinámico donde las moléculas de reactivos y productos mantienen una gran actividad.

Para este tema se usaron imágenes de obras pictóricas para mostrar en forma metafórica la cuestión dinámica que tiene el equilibrio químico. En una segunda parte se mostraron imágenes asociadas a las ecuaciones que se utilizan en la descripción del equilibrio.

Comentarios: *"Me ayudó a descansar la vista de tanto texto, gráficos y lenguaje técnico, para darle otra visión al tema en cuestión. Al principio no lo relacione mucho, pero luego cuando más te metes en el tema, te da una ayuda para poder ver las cosas de otra manera".*

5.3. Actividades que recurren a imágenes alusivas

En las actividades que recurren a imágenes alusivas: reacciones de combustión, alcoholes, ácidos carboxílicos y aminas, drogas de diseño se usaron cuadros de diferentes pintores, se incorporaron a las presentaciones fórmulas químicas, representaciones moleculares y reacciones químicas, relacionados con los conceptos representados.

Comentarios: *"Al observar la pintura, se representa un incendio masivo en un petrolero, lo que de inmediato capturaba mi atención y despertaba mi curiosidad sobre los procesos de combustión. Es una excelente forma de iniciar una discusión sobre cómo ocurren las reacciones de combustión, qué tipo de sustancias están involucradas y cómo se liberan energía y productos durante este tipo de reacciones químicas."*

6. CONCLUSIONES

Según las devoluciones de los alumnos se puede establecer que hubo un gran consenso acerca de que las clases de Química se hicieron más entretenidas, divertidas, "llevaderas" y dinámicas. Algunos alumnos en sus comentarios incluyeron valoraciones artísticas y reconocieron cierto impacto sobre su sensibilidad. Como se señala en el marco teórico, lograr un estado de motivación y establecer una conexión emocional con los conceptos lleva a un grado de comprensión más profundo de los temas desarrollados. De acuerdo a lo señalado por los propios alumnos, el recurso de utilizar imágenes pictóricas les ofreció un modo alternativo para comprender ciertos temas. Otro aspecto que remarcaron, es que el registro visual les permitió, además, una mayor retención de los contenidos desarrollados en la clase. Las respuestas de los estudiantes en las entrevistas escritas muestran que en las actividades donde se recurre a analogías, la mayoría de los estudiantes lograron comprender las relaciones establecidas en forma satisfactoria. Tuvo una valoración muy positiva por parte de

ISBN 978-987-47159-9-9

los alumnos el uso de imágenes pictóricas que recurrían a metáforas o en forma de imágenes alusivas, ya sea como disparadores para introducir el tema o para fijar y fortalecer algunos conceptos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Coll, R. (2015). Analogies in Science. En R. Gunstone, *Encyclopedia of Science Education*. Dordrecht: Dordrecht Springer, pp. 41-42

Dagher, Z. (1995). Analysis of analogies used by science teachers. *Journal of Research in Science Teaching, 32(3)*, 259-270.

Galagovsky, L., & Adúriz Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las* Ciencias*, 19*(2), 231-242.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5° Ed.) México, D.F., México: McGraw Hill Interamericana.

Immordino-Yang, M. (2016). *Emociones, aprendizaje y el cerebro.* CABA: Aique Educación.

Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual Coding Approach.* Oxford Science Publications

Posner, M., & Rothbart, M. (2005). Influencing brain networks: Implications for education. *Trends in Cognitive Sciences, 9(3)*, 99-103.

Suárez Pazos, M. (2002) Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 1*(1), 40-56.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1GcUP64DGrjxQBUZ0ddqL07dw-gsyerue/view

ISBN 978-987-47159-9-9

PROMOVIENDO EL INTERÉS POR LAS CIENCIAS EN LA ESCUELA PRIMARIA

Adela Mercado

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa), Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.
adela.mercado@exa.unsa.edu.ar

Juan Rodríguez Zotelo

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa), Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.
jrodriguez.salta@gmail.com

Lilian Davies

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa), Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.
lilian@exa.unsa.edu.ar

Fernando Soria

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa), Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.
fernandosoria.salta@gmail.com

Marcela López

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa), Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.
marcelaflopez@gmail.com

Carla Heredia

Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta (UNSa), Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.
carlalheredia@gmail.com

Resumen

El presente trabajo se llevó a cabo en el marco de actividades de extensión que venimos desarrollando, ya hace un poco más de diez años, un equipo de docentes, investigadores y estudiantes de química y de otras disciplinas del área de las ciencias exactas y naturales. El proyecto La Ciencia en Movimiento tuvo como objetivo principal desarrollar el interés por la química y la ciencia en general. El desafío fue trabajar en contexto de laboratorio/aula, con experiencias que puedan descubrir maestros y estudiantes a la par. La propuesta de trabajo fue implementar actividades experimentales que permitan a los niños y sus maestros acercarlos a la interpretación de los fenómenos naturales, las propiedades de los materiales, sus usos y cambios, promoviendo también un acercamiento proactivo hacia el estudio de las ciencias y su relación con el ambiente y la vida cotidiana, destacando la importancia de las ciencias en el desarrollo de la tecnología y la sociedad.

Palabras clave: *escuela semiurbana; alfabetización científica; ciencias naturales y exactas; enseñanza primaria; tecnología y sociedad.*

ISBN 978-987-47159-9-9

1. INTRODUCCIÓN

El efectivo cumplimiento de los objetivos de alfabetización científica, exigidos por las leyes de Educación Nacional en Argentina (Ley 26206) y la ley de Educación de la Provincia de Salta (Ley 7546) hacen necesaria la actualización permanente de los docentes de nivel primario (urbano y rural) brindándoles herramientas concretas para el abordaje de los temas de ciencias exactas y naturales (CEN). En el trabajo desarrollado en estos últimos años pudimos detectar la carencia de herramientas para la enseñanza de las ciencias exactas y, además, la avidez y el interés de los docentes de profundizar conocimientos para alcanzar las habilidades y destrezas específicas requeridas para la enseñanza de las CEN (Varillas, 2012). Los Proyectos de Extensión con Participación Estudiantil, *Química para Todos-Partes 1 y 2, La Química en la Escuela Rural, el Laboratorio de Química en la Educación Primaria (Mercado, 2019)*, que se han llevado a cabo desde 2011 en adelante en diversas instituciones educativas de la Provincia de Salta, constituyen la base de un proyecto a largo plazo que tiene como objetivo general la difusión de las ciencias exactas y naturales desde una perspectiva netamente experimental. Otro aspecto muy importante en el marco de estos proyectos es la participación de estudiantes y graduados universitarios, ya que les brinda la oportunidad de integrar conocimientos incorporados a lo largo de la currícula, adquirir habilidades de planificar, organizar, liderar actividades, motivándolos a ser futuros profesionales comprometidos con la sociedad en la cual vivimos.

La propuesta de trabajo fue implementar actividades para promover un acercamiento proactivo hacia el estudio de la química y otras ciencias y su relación con el ambiente y la vida cotidiana, destacando su importancia en el desarrollo de la tecnología y la sociedad.

Las actividades estuvieron dirigidas especialmente a los niños de nivel primario. La escuela cuenta con un amplio laboratorio, con instrumentación básica suficiente para llevar a cabo las actividades propuestas por el proyecto.

1.1. Objetivos generales

Entre los objetivos generales está la contribución a la alfabetización científica, el fomentar el interés por la química y las ciencias naturales en general, difundir las ciencias exactas y naturales entre los docentes y alumnos de educación primaria, comprender que la ciencia y los fenómenos naturales forman parte de nuestra vida cotidiana, identificar vínculos entre la ciencia, la preservación de la vida y el cuidado del ambiente.

1.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos fueron interpretar las relaciones que existen entre los materiales y sus cambios, comprender que existe una gran variedad de materiales con propiedades y usos diferentes, realizar exploraciones sistemáticas sobre los materiales, sus cambios y propiedades, conocer e interpretar diversos fenómenos naturales, clasificar los fenómenos naturales como cambios físicos y/o químicos, aprender el uso correcto y seguro de instrumentos y aparatos sencillos de laboratorio, formular comparaciones, registrarlas y comunicarlas utilizando un lenguaje apropiado, reflexionar sobre lo producido y las estrategias empleadas, identificar los problemas vinculados con la preservación de la vida y el cuidado del ambiente.

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo se ha desarrollado en la Escuela N° 4640 Camino del Inca, institución semiurbana, ubicada en Calle Wierna 472, Paraje El Molino, Ruta Nacional N° 9, 4401, Vaqueros (Departamento de La Caldera), Salta, Argentina. La institución cuenta con Jardín de Infantes y Nivel Primario. A partir de 4° grado tiene la modalidad de jornada extendida, asisten alrededor de 180 alumnos entre turno mañana y tarde. Las actividades de extensión estuvieron dirigidas a los niños desde tercero a séptimo grado, turno mañana y tarde.

El equipo de trabajo del proyecto estuvo integrado por 10 docentes-investigadores del área de química de la Facultad de Ciencias Exactas, 20 estudiantes de grado, voluntarios, de las Facultades de Ciencias Exactas y Ciencias Naturales y 2 estudiantes de posgrado voluntarios, todos los actores pertenecientes a la Universidad Nacional de Salta (UNSa).

ISBN 978-987-47159-9-9

El Proyecto La Ciencia en Movimiento inició en septiembre de 2022, encontrándose sobre la etapa final de desarrollo. El equipo de trabajo de la UNSa se organizó en grupos para las distintas pruebas de los talleres contemplados en el proyecto y su ejecución en la institución destinataria. Cada grupo, conformado por un responsable docente y al menos 4 a 5 estudiantes voluntarios, experimentó los talleres asignados en los laboratorios de nuestro Departamento de Química. El material de trabajo, guía taller y guía del maestro, se compartía con la institución previo a la ejecución de los mismo En algunos casos, los temas propuestos se adaptaron a los tiempos de la currícula de cada grado. Cada taller fue replicado en ambos turnos. Entre los talleres llevados a cabo–merecen atención los siguientes: i) *Conociendo los estados de la materia y sus transformaciones; La tabla periódica; ii) Observaciones al microscopio; Realidad aumentada; iii) Magnetismo. Imanes. Fuerzas a distancia. Brújula; iv) Cuidado del medio ambiente. Las 3R; v) Alimentación saludable; vi) Las mate-mágicas; vii) Pigmentos naturales y artificiales; viii) Acidez y basicidad; ix) Programando con Duba, Lita y Coty, x) Electrólisis*, entre otros. Algunas actividades también fueron llevadas cabo al aire libre.

En cada encuentro se intentó despertar el interés, la creatividad y la observación de los niños. La metodología de trabajo consistió en conformar grupos de cuatro a cinco niños, acompañados por un estudiante voluntario para el desarrollo de cada experiencia propuesta. Generalmente las actividades comenzaron con una breve explicación de las actividades y luego el "manos a la obra" por parte de los niños. Se elaboraron guías para cada grupo de niños con consignas que debían completar al final de su experiencia. Los estudiantes voluntarios también elaboraron láminas y material audiovisual para una mejor comprensión de las actividades por realizar.

Como cierre de talleres en la institución educativa se propuso el taller *Jugando con Ciencia* que consistió en llevar a cabo actividades recreativas, juegos al aire libre, juego de la memoria, la tabla periódica incompleta, la búsqueda del tesoro, entre otros.

Como parte del proyecto institucional de la Escuela del Inca, un grupo de niños de cuarto y quinto grado, junto a sus docentes, visitaron los laboratorios del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa, ocasión para la cual se implementó el taller "Bienvenidos a la UNSa", con la realización de las siguientes experiencias : *i) "Un volcán muy especial" (descomposición de agua oxigenada en presencia de ioduro de potasio); ii) "Livianos o pesados" (preparación de diferentes soluciones de distintas densidades); iii) Descubriendo al almidón (distintas sustancias alimenticias); iv) "un fluido muy especial" (sistema formado por maicena y agua)*.

Finalmente se llevó a cabo un encuentro de cierre en la Escuela Camino del Inca, en el cual participaron los estudiantes voluntarios y docentes miembros del proyecto de extensión de la UNSa, directivos, maestros y niños de la escuela. A modo de conclusión se presentó un video que permitió resumir y destacar vivencias del equipo a lo largo de la ejecución del Proyecto La Ciencia en Movimiento.

3. RESULTADOS

Se desarrollaron 12 talleres en total, 9 vinculados a las áreas de la química, 1 de biología, 1 de matemática y 1 de informática. Las experiencias, totalmente nuevas, recibidas por los niños y personal docente de la Escuela Camino del Inca, lograron despertar en ellos una gran motivación, participando de manera conjunta en el desarrollo de las experiencias propuestas para cada encuentro.

Al finalizar cada encuentro, cada maestra completó una *guía orientada* con preguntas referidas a alcances y contenidos, apropiación de conocimientos y reproducción de los mismos, pertinencia e impacto del tema, entre otras cuestiones. Las respuestas a estas *guías orientadas* nos permitieron no sólo certificar el cumplimiento de los objetivos propuestos por el proyecto, sino también comprobar el interés de los docentes por la implementación propia de los métodos y habilidades adquiridas en el desarrollo de cada taller. En este sentido, para el equipo responsable del proyecto, las guías orientadas constituyen una herramienta de autoanálisis para la implementación de acciones futuras.

Las *guías orientadas* fueron, además, indicadores válidos de los avances y del impacto del proyecto a lo largo de toda su implementación ya que muestran el compromiso y la motivación puestos de manifiesto por las docentes en cada encuentro. Por otro lado, también demostraron el carácter mediador entre el equipo del proyecto y la institución beneficiaria. La respuesta general fue ampliamente satisfactoria, permitiendo afirmar que el proyecto de extensión "La Ciencia en Movimiento" resulta ser adecuado a las necesidades de formación

ISBN 978-987-47159-9-9

y capacitación del plantel docente de la institución y a la vez promueve la aplicación de conceptos científicos propios de las ciencias naturales al contexto del aula-laboratorio (Varilla, A. 2012).

Es importante mencionar que la Escuela Camino del Inca ha propuesto como *proyecto institucional de integración* los contenidos impartidos durante la ejecución del proyecto La Ciencia en Movimiento, incluyéndolos en la planificación anual, en el área específica de las ciencias naturales. De esta manera, la mayoría de las experiencias de laboratorio llevadas a cabo en el período 2022-2024 conformarán la currícula anual en el segundo ciclo, permitiendo de esta manera la articulación interciclo. Esta decisión subraya la importancia de implementar proyectos de esta naturaleza entre la Universidad e instituciones educativas de nivel primario y/o medio.

4. CONCLUSIONES

Los docentes y los alumnos de la institución beneficiaria recibieron los talleres directamente en contexto áulico-de laboratorio, lo que les permitió adquirir conocimientos, habilidades, destrezas, confianza y seguridad en la implementación de experimentos sencillos relacionados con el estudio de la química y de la ciencia en general.

Las experiencias incorporadas como aprendizaje les permitirán a los maestros disponer de herramientas para implementar nuevas actividades experimentales relacionadas con los fenómenos físicos y químicos propios de las ciencias exactas y naturales.

Finalizada la acción directa de la Universidad y del Proyecto, la institución dispone, actualmente, del material provisto por el proyecto, asegurando la continuidad en el tiempo del trabajo experimental para su implementación en ambos ciclos.

La institución prevé un proyecto institucional de integración de experiencias que conformará la currícula anual en el segundo ciclo.

Los resultados obtenidos, ampliamente satisfactorios, nos estimula a seguir generando otras propuestas experimentales en el marco de nuevos proyectos de extensión dirigidos a otras instituciones educativas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa por la financiación del proyecto La Ciencia en Movimiento, en el marco del cual se realizó el presente trabajo, y a la escuela Nº 4640, Camino del Inca, por facilitarnos los espacios y recursos humanos para llevar a cabo la propuesta del proyecto.

Asimismo, agradecemos al equipo de estudiantes de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa que participaron voluntariamente durante la ejecución del proyecto La Ciencia en Movimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ley de Educación Nacional N° 26206. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ley-de-educ-nac-58ac89392ea4c.pdf.

Ley de Educación de la Provincia de Salta. http://www.edusalta.gov.ar/index.php/docentes/normativa-educativa/leyesprovinciales/59-ley-7-546-de-educacion-de-la-provincia/file

Varillas, A. E. (2012). *Manual de Didáctica Especial de la Química*. Universidad Nacional de Salta, EUNSa.

Mercado, A. (2019). *Llevando Ciencia a la Escuela Rural*. Cod. 12-066. XXXII Congreso Argentino de Química.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1EihIAiTcXbTpuE-qRDNMHoz5LkQC9MH8/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 5: Resultados de proyectos de investigación y de extensión en Química – B5.31

Resumen y video

¿POR QUÉ SOMOS TAN POCOS? EXPLORANDO EL DESINTERÉS EN LA DOCENCIA DE LA QUÍMICA

Carla Daniela Lange

Instituto Superior Antonio Ruiz de Montoya, Posadas, Misiones, Argentina.
carlalange154gmail.com

Noelia Elizabeth Petroski

Instituto Superior Antonio Ruiz de Montoya, Posadas, Misiones, Argentina.
petroskinoelia@gmail.com

Lelia Yasmin Sadowski

Instituto Superior Antonio Ruiz de Montoya, Posadas, Misiones, Argentina.
yasadoswski@gmail.com

Alondra Micaela Traid Zang

Instituto Superior Antonio Ruiz de Montoya, Posadas, Misiones, Argentina.
alondratraid@gmail.com

Leonardo Horacio Walantus

Instituto Superior Antonio Ruiz de Montoya, Posadas, Misiones, Argentina.

Resumen

Nuestra investigación aborda la baja inscripción en el primer año del Profesorado en Educación Secundaria de Química en nuestra Institución, un problema que persiste desde hace más de veinte años. Desconocemos las causas y posibles soluciones, ya que no contamos con un diagnóstico adecuado. Para comprender esta situación, hemos iniciado la recolección de información de diversas fuentes, tanto internas (profesores, graduados, coordinadores y autoridades) como externas, incluyendo otros institutos con carreras similares. La revisión bibliográfica y el marco teórico nos han permitido identificar que esta problemática es global y multicausal, resultado de políticas educativas y factores socioeconómicos. Estudios previos reflejan la disminución de conocimientos y competencias en química de los estudiantes universitarios, afectando la continuidad académica. Además, la alta tasa de deserción en cursos de ingreso universitario, por falta de preparación y motivación, impacta la matrícula en carreras científicas. Ante este panorama, es fundamental que todos los actores educativos trabajemos en la búsqueda de estrategias para revertir la situación y fomentar el interés y la formación en química, promoviendo políticas y prácticas que incentiven la inscripción y permanencia de los estudiantes en estas carreras.

Palabras clave: *baja inscripción; Profesorado en Química; primer año; estudiantes; proyecto; matricula.*



Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1zQ7V7c2FJ33MiJ5mz5hSPBWHJW9CeGOr/view

ISBN 978-987-47159-9-9

EXPERIENCIAS DE VINCULACIÓN TERRITORIAL EN LAS PROPUESTAS FORMATIVAS DEL PROFESORADO EN CIENCIAS QUÍMICAS

Jorgelina Anabel Ferreiro

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad del Mar del Plata (FCEyN - UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
ferreirojorgelinaanabel@gmail.com

Natalia Arzoz

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad del Mar del Plata (FCEyN - UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
natiarzoz@gmail.com

Mariela Senger

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad del Mar del Plata (FCEyN - UNMdP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
mvsenger@mdp.edu.ar

Resumen

La celebración de los 40 años de la normalización universitaria es una invitación para que en las carreras de profesorado universitario en química asumamos una mirada retrospectiva y prospectiva que nos permita poner en valor qué, cómo y cuánto contribuimos con la curricularización de la Extensión, en tanto función sustantiva de la universidad reformista. Desde una revisión sistematizada sobre experiencias extensionistas y sociocomunitarias que llevamos a cabo en las cátedras Política, Organización y Gestión Educativa y Teoría de la Educación, pertenecientes al Departamento de Educación Científica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, reconocemos iniciativas y logros alcanzados en las propuestas de Talleres de Ciencias, Proyectos de Voluntariado Universitario, Proyectos de Compromiso social universitario y acciones de incorporación a la carrera de las prácticas socio comunitarias a partir de un Proyecto de Extensión Institucional. Todas las acciones han finalizado y nos encontramos revisando sus pertenencias para continuar sus realizaciones como dispositivos de vinculación territorial entre la carrera de profesorado y los contextos de práctica docente.

Palabras clave: *educación científica; vinculación territorial; experiencias científicas; profesorado en ciencias químicas; curricularización de la extensión.*

1. INTRODUCCIÓN

En el aniversario de los 40 años del 2º Congreso Pedagógico Nacional y la Normalización universitaria resultó para el equipo de las cátedras Política, Organización y Gestión Educativa y Teoría de la Educación, un desafío de reflexión crítica y propuesta comprometida con iniciativas de curricularización de la Extensión en la carrera de Profesorado en Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Se trata de habilitar una invitación a hacer “memoria” pero también a encontrar nuevas maneras de “narrar” y “desandar” impactos y significados, deudas y futuro de la democracia en la formación de formadores en ciencias.

Nos proponemos revisar nuestra propia práctica como docentes responsables de la propuesta formativa de ambas materias, que varían en el cuatrimestre de dictado conforme a la ubicación en los planes de estudios de cada profesorado: Matemática, Física, Química y Biología, desde las cuales se busca contribuir a la formación de profesores universitarios que reflexionen críticamente sobre el sentido histórico-social de la

ISBN 978-987-47159-9-9

educación como derecho y con un posicionamiento docente democrático y transformador (Cedeño Ferrín y Machado Ramírez, 2012; Escalante y otros, 2023; Giroux, 1997).

En la presente comunicación compartimos una mirada retrospectiva y prospectiva que nos permite poner en valor qué, cómo y cuánto contribuimos con esta función sustantiva en la formación docente en la universidad reformista, volviendo la mirada sobre el trasfondo común de ambos procesos: la convocatoria a la participación y el involucramiento ciudadano en las instituciones educativas. Ubicados específicamente desde la función de extensión se ha buscado la genuina democratización de la enseñanza en ciencias, el compromiso con la realidad social y el contexto local, y la investigación para generar conocimientos de la práctica docente.

El repertorio de experiencias -se recorren temporalmente- que aquí compartimos vincula: a) las propuestas de Talleres de Ciencias en el Barrio Jorge Newbery desde 2014; b) los Proyectos de Voluntariado Universitario: "Ciencia, Educación e Inclusión, I y II" desde 2015 y de Compromiso social universitario: "Acceso a la UNMdP" desde 2016; c) Proyecto de Extensión Institucional: "Con-Ciencia en el Dorrego: el barrio y la universidad construyendo ciudadanía científica para el desarrollo territorial" desde 2017. Todas ellas concluyeron en 2020 y funcionaron como iniciativas de concreción de la inclusión curricular de las prácticas sociocomunitarias (PSC) en todas las carreras de grado y pregrado, que la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) aprobó en 2011, de modo de hacer converger las actividades de integración comunitaria con las de aprendizaje de contenidos disciplinares por parte de los estudiantes y actividades de investigación de equipos científicos.

Desde una revisión sistematizada sobre experiencias extensionistas y sociocomunitarias que llevamos a cabo desde ambas cátedras pertenecientes al Departamento de Educación Científica buscamos recomponer los criterios y las accione desarrollados en pos de la integralidad de las funciones sustantivas de la universidad: docencia, extensión e investigación, en la vinculación con el territorio para / con el que formamos educadores en ciencias químicas (Rafaghelli, 2016; Senger y otros 2016).

2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Este proceso de incorporación de prácticas sociocomunitarias inició con la modalidad de taller de ciencias llevado a cabo por la catedra de Política, Organización y Gestión Educativa durante una única intervención realizada a finales del segundo cuatrimestre de 2014, en una institución comunitaria, el Centro de Desarrollo Infantil (CDI) del barrio Jorge Newbery, barrio de la periferia de la ciudad de Mar del Plata. Se convocó en el CDI a 30 niños y niñas de 4to grado de la Escuela Primaria Nº 21 y se sumaron otros 10 niños del barrio (FIGURA 1). Durante este taller lúdico-científico-recreativo los-as estudiantes del profesorado en química vivenciaron el rol docente con un fuerte sentido sociocomunitario poniendo a prueba conceptos a través de habilidades científicas como descripción, observación y experimentación como elaboración de alcohol en gel, propiedades del agua, reacciones.



FIGURA 1. *Taller lúdico- científico - recreativo en el CDI del Barrio Jorge Newbery*

ISBN 978-987-47159-9-9

Hacia comienzos del año 2015 el taller pasó a formar parte del Proyecto de Voluntariado "Ciencia, Educación e Inclusión" presentado en la 10ma Convocatoria Anual de la Secretaría de Políticas Universitarias, incorporándose en esta oportunidad además las cátedras de Aspectos Psicosociales de la Adolescencia, Teoría de la Educación, Didáctica General y Especial y Prácticas Docentes I y II, proyecto que fue desarrollado durante los años 2015 y 2016. Esta experiencia de aprendizaje-servicio tuvo por objetivo favorecer la integración escolar y fue llevado a cabo en coparticipación entre el DEC de la FCEyN, dos instituciones educativas - la Escuela Domiciliaria y Hospitalaria Nº 508, las escuelas de educación primaria Nº 38 (FIGURA 2) y N° 21 y la Escuela de Educación Especial nº511 (FIGURA 3) - y como institución comunitaria nuevamente el CDI del barrio Jorge Newbery, todas instituciones de la periferia de la ciudad de Mar del Plata, en donde se intentó problematizar propuestas de enseñanza basadas en una noción de ciencia con poca conexión con lo cotidiano, generando espacios de aprendizaje que propicien la integración de niños y jóvenes con intereses, capacidades, características y necesidades de aprendizaje diferentes.



FIGURA 2. *Intervención en EP N°38*

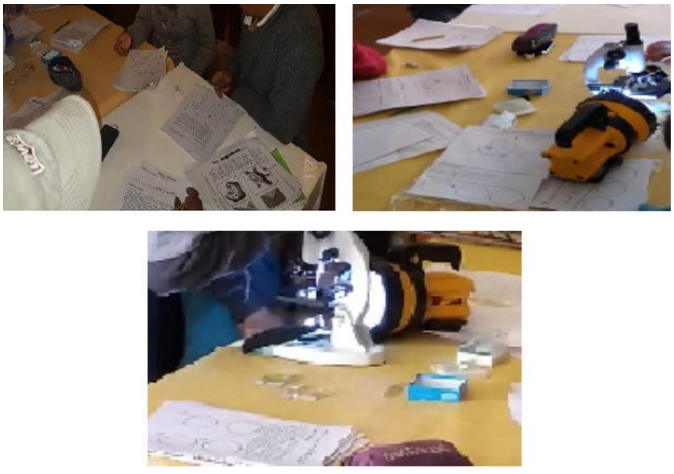


FIGURA 3. *Intervención en ES N°13 -Sierra de los Padres*

Al ir ampliándose la propuesta desde la Secretaría de Extensión de la UNMDP se propuso sumar estas acciones sociocomunitarias al proyecto de extensión institucional "Con-Ciencia en el Dorrego: el barrio y la universidad construyendo ciudadanía científica para el desarrollo territorial", acciones de compromiso social llevadas a cabo en el Centro de Extensión Universitaria (CEU) Coronel Dorrego y los Barrios Jorge Newbery,

ISBN 978-987-47159-9-9

Dorrego y Belisario Roldán, barrios de la zona periférica de la ciudad de Mar del Plata. El proyecto que tuvo como principal objetivo formalizar una programación a corto y mediano plazo, a fin de generar nuevas instancias de producción colectiva de conocimiento, prácticas y saberes; así como también la resignificación de las demandas explicadas por las organizaciones y/o actores de este espacio particular supuso además abordajes multidisciplinarios y la cooperación entre diversos actores de la universidad y vecinales barriales. Acercar la ciencia al barrio en este nuevo proyecto se consiguió en tres direcciones: desarrollo sustentable con prácticas y políticas ambientalmente más respetuosas; incorporación de las TIC en prácticas de laboratorio en escuelas y la generación de espacios lúdicos recreativos en torno a saberes científicos. A través de la divulgación científica, asistencia técnica, capacitación en uso de TIC, el juego y la recreación se buscó generar una nueva oportunidad de garantizar la inclusión social y el acceso de todos a los mejores recursos.



FIGURA 4. *Visita al Centro de Extensión Universitaria del Barrio Dorrego y esquema de alumnos participantes*

Dado los buenos resultados de la propuesta de los talleres de ciencia a lo largo del tiempo y a pedido de diversos sectores y programas “relegados” del quehacer científico se presenta a la convocatoria 2017 de proyectos de “Compromiso Social Universitario” del Programa de Voluntariado Universitario de la Secretaría de Políticas Universitarias el proyecto “Ciencia, Educación e Inclusión 2”. La propuesta constituyó una continuación y profundización del proyecto de voluntariado 2015 buscando trabajar en esta oportunidad interinstitucional con una escuela secundaria de la ciudad de Balcarce - la Escuela de Educación Secundaria n°10 - y comisiones del Plan de finalización de estudios secundarios (Fines) de la ciudad de Mar del Plata dependientes de la UNMDP, procurando intervenir en la ampliación de la inclusión, la igualdad de oportunidades y la calidad en el aprendizaje de los y las adolescentes y jóvenes respecto al pensar y hacer científico (Ferreiro y otros, 2017). Las instituciones involucradas pertenecen a diversos ámbitos: urbano y suburbano, de la ciudad de Balcarce y de Mar del Plata, escuelas denominadas de vulnerabilidad social y educativa.



FIGURA 5. *Grupos de alumnos, adscriptos alumnos y graduados, y docentes participantes de las diferentes intervenciones*

ISBN 978-987-47159-9-9

3. CONCLUSIONES

Desde el grupo de cátedra coincidimos con Sonia Araujo (2006) que "suele legitimarse y reproducirse desde las expectativas de los estudiantes durante la formación, que demandan de la materia un saber hacer, en ocasiones a modo de receta, para la resolución de los problemas en el aula". La presente experiencia pedagógica generó escenarios propicios para que estudiantes universitarios de profesorado en química confronten sus conocimientos adquiridos formalmente con las propias concepciones acerca de la enseñanza de las ciencias y combinen la tarea de aula con la indagación y la reflexión. Se trata de que cuestionen sus prácticas y resultados, observen y evalúen su propia acción. También, implica un posicionamiento ético, político y práctico en torno al compromiso social del docente universitario, definiendo participaciones en las que se puedan compartir, revisar y ampliar los resultados, experiencias e interrogantes surgidos en los proyectos que se integran. La coparticipación con actores del medio permite la horizontalidad en la vinculación con los sujetos intervinientes y entre los integrantes de los proyectos.

Desde la perspectiva de los alumnos adscriptos y graduados a docencia, esta experiencia generó una práctica formativa que está en constante crecimiento y consolidación dentro de los equipos de cátedra. El rol del adscripto se potencia al ocupar el lugar de "tutor organizador" de los grupos de voluntarios; desde poner en conocimiento al grupo de que se trata el proyecto, la organización y elección adecuada de las tareas a desarrollar hasta la coordinación de las intervenciones propiamente dichas (Ferreiro y Lynch, 2015).

Finalmente, la devolución de esta experiencia por parte de los alumnos viene siendo sumamente favorable, destacando estas intervenciones como novedosas en su carrera profesional y de carácter sumamente formativo, tal como lo describen algunos de ellos. La valoración de las experiencias desarrolladas por parte de los voluntarios y de las instituciones participativas es positiva en múltiples aspectos, por la posibilidad de una vinculación directa con la comunidad y con el ejercicio del rol docente, por la reflexión sobre ella y su difusión, por la oportunidad de reiniciar y mejorar proyectos y sostenerlos, y por la respuesta a la integralidad de la formación con compromiso social universitario.

Por último, la sistematización de estas experiencias nos ha acercado la posibilidad de poder participar en comisiones de revisión de planes de estudio de los profesorados en ciencias exactas y naturales aportando una perspectiva a favor de la formación de grado integrada en las tres misiones de la universidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las-os estudiantes que a lo largo de la última década cursaron las asignaturas a nuestro cargo y contribuyeron desde sus producciones a problematizar y reflexionar críticamente sobre nuestras prácticas de enseñanza en la formación de formadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo, S. (2006). *Docencia y enseñanza. Una introducción a la didáctica*. Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Cedeño Ferrín, J. y Machado Ramírez, E. (2012): Papel de la Extensión Universitaria en la transformación local y el desarrollo social. *Revista Humanidades Médicas*, *12*(3), 371-390. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202012000300002.

Escalante, B.; De Marco, N. y Ferreiro, J. (2023). Escenarios De Inclusión Universitaria Que Interrogan Lógicas De In/Exclusión Sobre La Discapacidad: Extensión E Investigación En La Formación Docente. *Actas del I workshop Políticas, prácticas docentes y dinámicas cotidianas de inclusión educativa de estudiantes con discapacidad*/ Comp. Aguirre, J. y Vicini, G. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata, 2024. https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/7443/7597

Ferreiro, J. A., Lynch Hernández, M. I. (2015). El valor formativo de la experiencia de adscripción a docencia en los profesorados universitarios: relatos de una experiencia de aproximación a las prácticas profesionales docentes en la cátedra Política, Organización y Gestión Educativa del Departamento de

Educación Científica FCEyN UNMdP. *VIII Jornadas Nacionales y 1º Congreso Internacional sobre la Formación del Profesorado, Grupo de Investigaciones en Educación y Estudios Culturales (GIEEC), Grupo de Investigaciones en Didáctica de la Historia (GIEDHIS),* Departamento de Ciencias de la Educación, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina, octubre de 2015. ISBN 978 - 987 -544 - 655 – 7.

Ferreiro, J. A.; Patat, M. M.; Senger, M. V.; De Marco, N.; Arzoz, N.; Escalante, M. B. (2017). Hacia la curricularización de la extensión en la propuesta de formación del profesorado universitario en ciencias. *I Congreso Nacional en Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza y la Matemática y II Congreso Regional en Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza*. 24 y 25 de agosto de 2017, Tandil, Buenos Aires, Argentina.

Giroux, H.A. (1997). *Los profesores como intelectuales: Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje.* (I. Arias, Trad.). España: Centro de Publicaciones del MEC/Ediciones Paidós Ibérica, S.A. 1

Rafaghelli, M. (2016). Las Prácticas de Extensión de Educación Experiencial como oportunidad para integrar docencia y extensión. *Revista de Extensión Universitaria+ E*, (6), 8-15.

Senger, M; Patat, M; Ferreiro, J.; Lynch, I.; Arzoz, N.; De Marco, N. (2016): "El voluntariado universitario como puente entre la enseñanza de las ciencias y las estrategias de integración. Panorámica del proyecto ´Ciencia, educación e inclusión´ en escuelas de educación especial en Mar del Plata". *VII Congreso Nacional de Extensión Universitaria*. UADER.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1KDGwE_2S69SlwNjH_xy7TAhOfFAJjnsx/view

ISBN 978-987-47159-9-9

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES EN SU INGRESO A LA UNIVERSIDAD Y SUS PRIMEROS PASOS EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA

María Eugenia Gómez Luján

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur (INQUISUR), Universidad Nacional del Sur- CONICET, Bahía Blanca, Argentina.
megomezlujan@gmail.com

Sandra A. Hernández

Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS). Instituto de Química del Sur - INQUISUR (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
sandra.hernandez@uns.edu.ar

Resumen

En el corriente año, el mecanismo de Nivelación establecido en la Universidad Nacional del Sur (UNS) ha sido modificado debido a los preocupantes porcentajes de desaprobación de los ingresantes. De esta manera, se implementó el programa de Acompañamiento a las Trayectorias Iniciales (ATI). Dentro del mismo se desarrollaron cursos en los cuales no solamente se trabajaron contenidos relevantes para las asignaturas, sino también competencias fundamentales para el buen desempeño de los ingresantes en su trayectoria estudiantil, tales como la comprensión de textos y problemas. En el área de Química, los estudiantes fueron divididos en ocho cursos, según la carrera a la cual aspiraban a ingresar. En el presente trabajo se muestran y evalúan los resultados de aprobación de un curso de Química del ATI (Q8), compuesto principalmente por estudiantes inscriptos a la carrera de Bioquímica. También se evalúa el desempeño de los alumnos que aprobaron el ATI sobre la primera instancia evaluativa de la carrera, correspondiente al área de Química. De esta manera, el objetivo de este trabajo es evaluar y comparar el desempeño del estudiantado en este nuevo mecanismo de ingreso y en la primera asignatura de la carrera, considerando que ambas aplican diferentes estrategias y procesos de enseñanza.

Palabras clave: *educación; Química; ingreso universitario; metodologías activas; desempeño académico.*

1. INTRODUCCIÓN

Según la resolución CSU-627/22, aprobada en 2022 por el Consejo Superior Universitario de la UNS, "Los cursos de nivelación serán concebidos y estructurados para promover la filiación institucional, y procurarán en su integración conjunta cubrir las necesidades cognitivas y de motivación requeridas para abordar las asignaturas afines de los planes preferenciales. Brindarán al ingresante la posibilidad de completar y/o rever los contenidos del nivel secundario que sean competentes para la carrera en la que se inscribió".

Si bien este mecanismo de nivelación ha sido un instrumento útil, los porcentajes de aprobación de los cursos de nivelación han sido preocupantes, no superando el 30% en algunas áreas. Este panorama generó un debate sobre el propósito de realizar una nivelación en Química para el ingreso a la Universidad, y fundamentalmente, invitó a repensar las estrategias docentes llevadas a cabo para alcanzarlo.

Es importante resaltar que estos cursos de nivelación se enmarcaron en un contexto de educación formal, en donde la comunicación por parte de los docentes es principalmente unidireccional. Este tipo de comunicación se caracteriza por ser vertical e impositiva, aspectos que dificultan un aprendizaje significativo. Por otra parte, si bien en la resolución mencionada anteriormente se expresa la necesidad de motivar a los estudiantes, es frecuente pensar que, si el contenido a enseñar está relacionado con sus intereses, el aprendizaje será significativo, cuando esto no necesariamente ocurre (Galagovsky, 2004). Por este motivo, en el año 2024 esta resolución se deroga y se implementa el programa de Acompañamiento a las Trayectorias Iniciales (ATI) para Ingresantes, en reemplazo de la Nivelación de años anteriores y que fuera aprobado por Resolución de CSU-933/23. El mismo comprende 3 partes: I) actividades del Taller de la/del Ingresante; II) cursos del ATI -

ISBN 978-987-47159-9-9

denominados ATI 1 y ATI 2 según el momento del año en que se dictan-; y III) espacios de Acompañamiento Académico Complementario (AAC). Como consta en su resolución, este acompañamiento trajo aparejado un cambio de modalidad de trabajo que pone el énfasis en el desarrollo de competencias de lectoescritura, uso del lenguaje propio de la disciplina, interpretación de consignas, resolución de problemas, trabajo colaborativo, gestión del tiempo, autoevaluación y autogestión del conocimiento (Pizarro-Aguilar, 2021; Díaz Puruncaja, Rodríguez Cabrera, & Guanoquiza Tello, 2024). En tal sentido, se trabajó en modalidad taller valorando la participación activa tanto del equipo docente como de todo el grupo de estudiantes y utilizando la plataforma Moodle como extensión de las clases.

Los cursos del ATI poseen una duración de 5 semanas, y en los mismos los y las docentes se sitúan en el rol de tutores/as para lograr una construcción colectiva del conocimiento (Sergio Corella, 2017). El plantel docente se conformó por una coordinadora general, y 1 profesor/a a cargo y 3 auxiliares por curso. En el área de Química se llevaron a cabo ocho cursos de ATI 1, Fase 1, con una matrícula de alrededor de 150 estudiantes cada uno, según la carrera a la cual aspiraban ingresar. De esta manera, cada curso agrupó a futuros estudiantes de una misma carrera, para que estos tengan la posibilidad de socializar y formar vínculos con sus compañeros desde sus primeros acercamientos a la universidad.

Los ocho cursos del ATI de Química se desarrollaron de manera presencial, de lunes a viernes, con encuentros de 2 horas cada uno y una carga horaria total de 10 horas semanales. Cabe aclarar que, por excepción, durante la primera semana de cursado debió recurrirse a la virtualidad debido al calor extremo y la escasez de agua en la ciudad.

El equipo de profesores a cargo de esta cohorte fue el encargado de proponer y plantear el nuevo material para trabajar en cada clase. Así, se elaboraron situaciones problemáticas para resolver colaborativamente en el aula, algunas de las cuales fueron planteadas a partir de prácticas experimentales sencillas, desarrolladas in situ, con la intención de reforzar el desarrollo de las competencias planteadas. Asimismo, se compartió material de lectura, se gestaron videos, actividades de repaso y autoevaluaciones para las cuales, cada curso, dispuso de su aula Moodle.

El cuadernillo de ingreso con el cual se venía trabajando, y que contiene el temario y el desarrollo de los aspectos teóricos requeridos para el curso, se constituyó en un material complementario para trabajar los temas vinculados al ingreso.

La forma de evaluar consistió en una instancia de evaluación final y su respectiva instancia de recuperación complementaria. Cabe aclarar que este nuevo programa contempla no solo modificaciones en las formas de abordar los temas sino también en las evaluaciones que acreditaron el ingreso, las cuales tuvieron en cuenta las competencias trabajadas. Quienes cumplimentaran todas las instancias de autoevaluación planteadas semanalmente en Moodle y una asistencia al curso del 80%, contaron con el beneficio de aprobar los exámenes parcial y recuperatorio con 50 puntos, en lugar de los 60 puntos requeridos para quienes no cumplieran los requisitos pautados previamente.

En el presente trabajo se estudia el desempeño del grupo de estudiantes, ingresantes a la carrerea de Bioquímica, que formó parte del curso del ATI 1, Fase 1, denominado Q8, con una matrícula inicial de 140 alumnos. Por otro lado, también se analiza el desempeño de los alumnos aprobados en el ATI 1 sobre la primera instancia evaluativa de la carrera, correspondiente a la materia Fundamentos de Química General e Inorgánica. De esta manera, se compararon ambos conjuntos de resultados.

2. OBJETIVOS

- Analizar el desempeño de un grupo de ingresantes de un curso del ATI 1 – Fase 1 de Química (Q8) en las instancias de evaluación, final y/o recuperatorio, requeridas para la aprobación del ingreso a la universidad.
- Investigar si existe una correlación entre los resultados de aprobación obtenidos por el grupo de estudiantes del curso de Química Q8 del ATI 1 – Fase 1 y el desempeño de esta cohorte en la primera asignatura Fundamentos de Química General e Inorgánica.

ISBN 978-987-47159-9-9

3. METODOLOGÍA

Se realizó un relevamiento estadístico que contempló los resultados obtenidos por el grupo de ingresantes del curso de ingreso en Química Q8, analizando el desempeño en el ATI 1, fase 1, en sus instancias de examen final y recuperatorio y su desempeño en el primer examen de la asignatura Fundamentos de Química General e Inorgánica que debían cursar de acuerdo a su plan de estudios.

El análisis cuantitativo de los resultados estadísticos se plasmó en gráficos de torta, de barras y tablas, de manera de visualizar mejor los resultados.

Es importante aclarar que, de los 140 inscriptos con los que contaba el curso de ingreso, hubo 32 estudiantes que nunca participaron de las clases (lo cual era optativo), ni tampoco se presentaron a rendir ninguna de las instancias de examen, por lo que el análisis se realizará sobre los 108 estudiantes que formaron parte activa del curso.

Asimismo, se realizaron entrevistas no estructuradas que permitieron acceder a datos cualitativos que completaron el análisis.

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis del desempeño de los estudiantes del curso Q8 en el ATI 1, fase 1.

4.1.1 Instancia de evaluación final

De los 108 estudiantes que rindieron al menos una de las instancias de evaluación (el examen final o el recuperatorio), 2 se ausentaron, 66 aprobaron y 40 desaprobaron. La FIGURA 1 muestra los porcentajes de aprobación y de desaprobación de los estudiantes de Q8 que asistieron (106) a la evaluación final del ATI 1, fase 1.

Como muestra claramente el gráfico de la FIGURA 1, el 62.3 % (66 estudiantes) aprobó el ingreso, superando los porcentajes que se venían obteniendo en esta instancia. Si bien el ingreso en química en general ha mostrado mejores resultados que matemática o física, los porcentajes rondaban entre el 30 y el 40 %, por lo que estos valores resultaron auspiciosos.



FIGURA 1. *Porcentajes de aprobación y de desaprobación de los estudiantes de Q8 que asistieron a la evaluación final del ATI 1, fase 1.*

4.1.1.1 Estudiantes que aprobaron la instancia de evaluación final

Si bien los resultados fueron alentadores, nos pareció importante realizar un análisis más profundo en el que se consideró la nota que obtuvo cada estudiante en su examen final. Si bien no siempre existe una correlación directa entre la nota obtenida y el saber adquirido, en la educación universitaria, este sigue siendo un parámetro importante.

En la FIGURA 2 se muestran los resultados de los puntajes obtenidos por los 66 estudiantes que aprobaron la evaluación final (el 62,3 %), presentando los resultados en tres grupos, de acuerdo a las calificaciones obtenidas:

- Grupo A1: estudiantes aprobados con un puntaje mayor a 80 puntos.
- Grupo A2: estudiantes aprobados con un puntaje de 66 a 80 puntos inclusive.
- Grupo A3: estudiantes aprobados con un puntaje de 50 a 65 puntos inclusive.

ISBN 978-987-47159-9-9

Estos datos resultaron mucho mejores que los obtenidos en otros años donde el nivel de aprobados era mucho menor (30-40 %) y las calificaciones obtenidas, rondaban en su mayoría entre los 60 y 70 puntos.

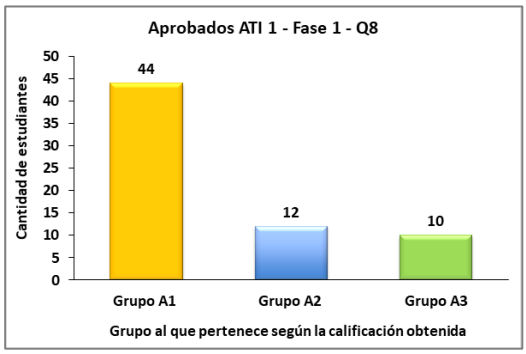


FIGURA 2. *Puntajes obtenidos por los estudiantes del curso Q8 aprobados en la evaluación final del ATI 1- Fase 1. Grupo A1 refiere a estudiantes con puntaje mayor a 80 puntos; Grupo A2, estudiantes con puntaje de 66 a 80 puntos inclusive y Grupo A3, estudiantes con puntaje de 50 a 65 puntos inclusive.*

4.1.1.2 Estudiantes que desaprobaron la instancia de evaluación final.

Pensando en que quienes desaprobaron debían rendir una instancia posterior de recuperación, nos pareció importante desglosar los puntajes de este grupo también para tratar de encontrar alguna correspondencia, si fuera posible, entre los puntajes obtenidos y los temas que más dificultades pudieran generar.

En la FIGURA 3 se muestran los resultados de los puntajes obtenidos por los 40 estudiantes desaprobados (37,7 %) en la instancia de evaluación final. Se analizan tres grupos, de acuerdo a las siguientes calificaciones obtenidas:

- Grupo D1: estudiantes desaprobados con un puntaje mayor a 40 puntos, pero menor a 50 ó 65 puntos según corresponda a su situación particular.
- Grupo D2: estudiantes desaprobados con un puntaje de 20 a 40 puntos inclusive.
- Grupo D3: estudiantes desaprobados con un puntaje igual o menor a 20 puntos.

Como se evidencia en la FIGURA 3, la mayor parte de los estudiantes obtuvieron puntajes inferiores a 40 puntos.

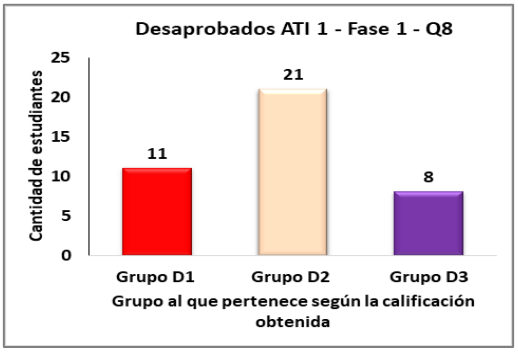


FIGURA 3. Puntajes obtenidos por los estudiantes del curso Q8 desaprobados en la evaluación final del ATI 1- Fase 1. Grupo D1 refiere a estudiantes con puntaje mayor a 40 puntos, pero menor a 50 o 65 puntos según corresponda a su situación particular; Grupo D2, estudiantes con puntaje de 20 a 40 puntos inclusive y Grupo D3, estudiantes con puntaje igual o menor a 20 puntos

El análisis realizado nos permite ver que, en general, tuvieron dificultades importantes, ya que 29 de 40 estudiantes obtuvieron puntajes inferiores a los 40 puntos.

En diálogo con estos ingresantes, ellos mismos aceptaron su parte de responsabilidad por falta de estudio, por priorizar otro examen de ingreso que les suponía una mayor dificultad, como matemática, y se comprometieron a rever los contenidos con vistas al recuperatorio.

ISBN 978-987-47159-9-9

4.1.2 Instancia de recuperación

Es interesante puntualizar que 2 de los 35 estudiantes que se presentaron a rendir el recuperatorio de ATI 1- Fase 1, no habían rendido el primer examen. Asimismo, teniendo en cuenta que 40 estudiantes habían desaprobado el primer parcial, esto nos estaría indicando que 7 estudiantes que sí rindieron el primer examen, decidieron abandonar el ingreso en química.

Entrevistas realizadas durante el ATI 1- Fase 1 evidenciaron que algunos estudiantes abandonaban por cambio de carrera, pero en su mayor parte los abandonos se debían a la frustración de no poder aprobar el ATI de matemática.

El gráfico de la FIGURA 4 permite visualizar la distribución de los resultados obtenidos por los 35 estudiantes de Q8 que rindieron la instancia de recuperación, identificando tendencias de desempeño. Como puede observarse, el 62,8 % (22 estudiantes) desaprobó esta instancia evaluativa y el 37,2 % (13 estudiantes) logró superar satisfactoriamente el examen.

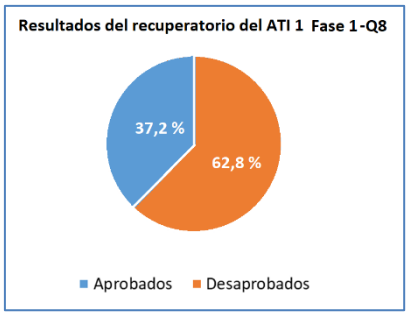


FIGURA 4. *Porcentajes de aprobación y de desaprobación de los estudiantes de Q8 que rindieron el recuperatorio del ATI 1 - Fase 1.*

4.1.2.1 Estudiantes que aprobaron la instancia de recuperación.

Análogamente a lo realizado en la primera instancia de evaluación (apartado 4.1.1.1), se presentan los puntajes obtenidos por los estudiantes que aprobaron el recuperatorio.

En la FIGURA 5 se muestra el análisis estadístico de los puntajes obtenidos por los 13 estudiantes aprobados (37,2 %) en la instancia de recuperación. Para ello, los resultados se dividieron en 3 grupos:

- Grupo RA1: estudiantes aprobados con un puntaje mayor a 80 puntos.
- Grupo RA2: estudiantes aprobados con un puntaje de 66 a 80 puntos inclusive.
- Grupo RA3: estudiantes aprobados con un puntaje de 50 a 65 puntos inclusive.

Como se evidencia en la FIGURA 5, la mayor parte de los alumnos aprueba la instancia de recuperación con la nota mínima requerida, de acuerdo a su condición.

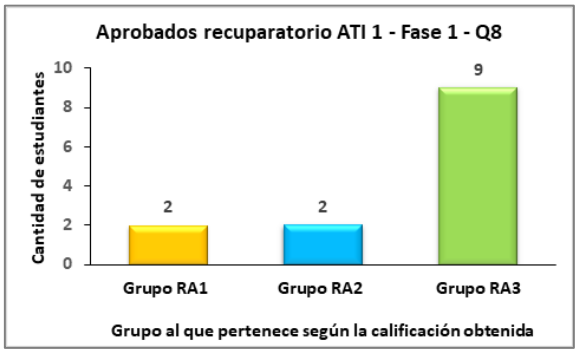


FIGURA 5. *Puntajes obtenidos por los estudiantes del curso Q8 aprobados en el examen recuperatorio del ATI 1- Fase 1. Grupo RA1 refiere a estudiantes con puntaje mayor a 80 puntos; Grupo RA2, estudiantes con puntaje de 66 a 80 puntos inclusive y Grupo RA3, estudiantes con puntaje de 50 a 65 puntos*

4.1.2.2 Estudiantes que desaprobaron la instancia de evaluación final.

Correlativamente a lo realizado en la primera instancia de evaluación (apartado 4.1.1.2), se analizaron los puntajes obtenidos por los estudiantes que desaprobaron el recuperatorio.

ISBN 978-987-47159-9-9

En la FIGURA 6 se presentan los puntajes obtenidos por los 35 estudiantes desaprobados en la instancia de recuperación, para lo cual se consideraron los siguientes tres grupos:

- Grupo DR1: estudiantes desaprobados con un puntaje mayor a 40 puntos, pero menor a 50 ó 65 puntos según corresponda a su situación particular.
- Grupo DR2: estudiantes desaprobados con un puntaje de 20 a 40 puntos inclusive.
- Grupo DR3: estudiantes desaprobados con un puntaje de igual o menor a 20 puntos.

Dados los resultados de esta segunda oportunidad, se conversó con los estudiantes para que analizaran su situación, los tiempos de estudio y los refuerzos que debieran realizar en los contenidos a trabajar. A su vez, se los motivó a seguir estudiando y postularse a la fase 2 del ATI 1, la cual comenzó su dictado a la par que el inicio del cuatrimestre.

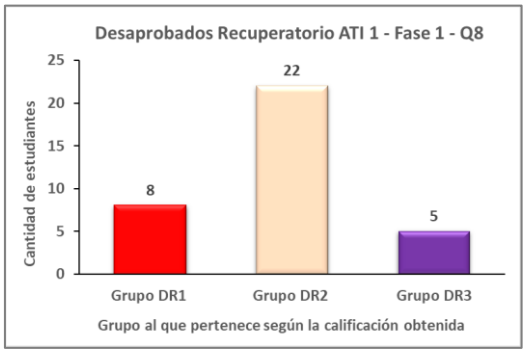


FIGURA 6. *Puntajes obtenidos por los 35 estudiantes desaprobados en el examen recuperatorio del ATI1. RD1 grupo de estudiantes con puntaje mayor a 40, pero menor a 50 o 65 puntos según corresponda a su situación particular; RD2, grupo de estudiantes con puntaje de 20 a 40 puntos inclusive y RD3, grupo de estudiantes con puntaje igual o menor a 20 puntos.*

Teniendo en cuenta los resultados generales obtenidos, tanto en la etapa de examen final como en la instancia de recuperatorio, un 79 de los 108 estudiantes que asistieron al Q8 del ATI 1, Fase 1, aprobaron el ingreso a la universidad, lo que representa un 73,1 %.

Si bien un 26,9 % de estudiantes no pudo superar esta primera instancia de ingreso, los resultados se consideran muy buenos teniendo en cuenta la performance de años anteriores donde estos valores eran muy inferiores.

Ingresar a la universidad, es solo el comienzo de la carrera, por lo que decidimos analizar la performance de estos 79 de estudiantes que comenzó la carrera de Bioquímica y cursa su primera materia en el área de química denominada: Fundamentos de Química General e Inorgánica.

A continuación, se procede al análisis del desempeño de estos estudiantes, en el cursado de química de primer año universitario.

4.2. Análisis del desempeño de los estudiantes de Q8 que aprobaron el ATI en el primer examen parcial de Fundamentos de Química General e Inorgánica.

De los 79 estudiantes que estaban en condiciones de rendir el primer parcial de la asignatura, asistieron 74. A priori, estos valores podrían estar indicando la deserción de 5 estudiantes, o la voluntad de presentarse directamente al examen recuperatorio.

De los 74 ingresantes que rindieron el primer examen, 31, lo cual representa el 41,9 % de los estudiantes que aprobaran el curso del ATI 1, fase 1, aprobaron el primer examen de Fundamentos de Química.

Como se muestra en la TABLA I, del análisis de las calificaciones obtenidas en el ingreso, en comparación con las obtenidas en el primer parcial de la asignatura Fundamentos de Química General e Inorgánica (FQGI), se pudo notar que 11 estudiantes mantuvieron la calificación entre 80 y 100 puntos, mientras que los 20 restantes sacaron entre 60 y 80 puntos.

ISBN 978-987-47159-9-9

TABLA I. *Análisis comparativo de los puntajes obtenidos por los ingresantes del curso Q8 del ATI 1, Fase 1 que aprobaron el primer examen de la asignatura Fundamentos de Química General e Inorgánica (FQGI).*

		Estudiantes aprobados primer parcial FQGI	
	Puntajes	*60 a 80 puntos*	*80 a 100 puntos*
Estudiantes aprobados ATI 1, Fase 1	*50 a 56 puntos*	3	-
	65 a 80 puntos	4	-
	80 a 100 puntos	13	11

Asimismo, 33 ingresantes del curso Q8 que habían aprobado el ATI 1, Fase 1, desaprobaron el primer parcial de FQGI y 9 abandonaron el cursado. La TABLA II muestra el análisis realizado sobre las calificaciones que obtuvieron los estudiantes que habían aprobado el ATI, pero no pudieron aprobar el primer parcial de *(FQGI).*

TABLA II. *Análisis comparativo de los puntajes obtenidos por los ingresantes del curso Q8 del ATI 1, Fase 1 que desaprobaron el primer examen de la asignatura Fundamentos de Química General e Inorgánica (FQGI).*

		Estudiantes desaprobados primer parcial FQGI		
	Puntajes	*40 a 60 puntos*	*20 a 40 puntos*	*Menos de 20 puntos*
Estudiantes aprobados ATI 1, Fase 1	*50 a 56 puntos*	2	7	4
	65 a 80 puntos	2	4	1
	80 a 100 puntos	3	5	4

Al examen recuperatorio se presentaron 39 de los 43 que debían presentarse, por lo cual se estima que 4 estudiantes decidieron no continuar con el cursado de la asignatura. De los 39 estudiantes que asistieron a esta instancia, sólo 6 aprobaron (15,4 %).

En resumen, 37 estudiantes de los de los 74 cursantes aprobaron el primer examen parcial de la asignatura, 31 en la primera instancia y 6 en el recuperatorio.

De los 37 ingresantes que estaban en condiciones de rendir el segundo parcial de la asignatura, 35 se presentaron a rendir y de ellos, 25 aprobaron y 10 desaprobaron con puntajes entre 55 y 29 puntos.

De los 25 que aprobaron esta instancia, 13 lo hicieron con puntajes entre 60 y 77 puntos, mientras que 12 estudiantes obtuvieron entre 81 y 96 puntos.

Al recuperatorio del segundo parcial se presentaron a rendir 11 estudiantes, lo cual indica que de los dos que no se habían presentado al parcial, uno decidió abandonar la asignatura. De los presentes, 2 desaprobaron con puntajes de 51 y 54 puntos y de los 9 restantes, 5 aprobaron con notas entre 65 y 77 puntos y 4 con notas entre 80 y 89 puntos.

En definitiva, aprobaron satisfactoriamente la asignatura Fundamentos de Química General e Inorgánica, 34 de los 79 ingresantes inscriptos; 18 con notas entre 60 y 77 puntos y 16 obteniendo entre 80 y 96 puntos en el segundo parcial de la asignatura.

5. REFLEXIÓN FINAL

La mayor parte de los estudiantes aprobados en la evaluación final de ATI 1, Fase 1, lograron puntajes que superan ampliamente la nota mínima de aprobación. En cuanto a los desaprobados, en su mayoría alcanzaron puntajes cercanos a 40 puntos en esta instancia. Un gran porcentaje de los mismos logró aprobar la instancia de recuperación con la nota mínima; uno de los motivos podría ser que requirieron un mayor tiempo de estudio para alcanzar los contenidos mínimos para aprobar, entre otros. Por otro lado, se observa cierta correlación entre el rendimiento de los estudiantes aprobados en el ATI 1, Fase 1 y el desempeño en la materia Fundamentos de Química. Sin embargo, el porcentaje de desaprobación en el primer examen parcial de esta materia es elevado, y estudios posteriores, tales como entrevistas al alumnado y análisis de los exámenes, serán necesarios para determinar las posibles causas de fracaso y/o deserción. Es importante mencionar que, los espacios de Acompañamiento Académico Complementario (AAC) previstos para este año no fueron llevados a cabo debido a cuestiones presupuestarias. Los mismos hubieran sido de gran apoyo para que los estudiantes logren una mejor adaptación al sistema universitario, ya que preveían el seguimiento y sostén del estudiantado

ISBN 978-987-47159-9-9

en el oficio de ser estudiante, manejo de tiempos, hábitos de estudio, reconocimiento de saberes adquiridos, entre otros. Asimismo, se está trabajando en tareas de articulación por grupos disciplinario de manera de reducir la brecha entre Educación Secundaria y Superior. También sería de interés ahondar en las competencias del buen docente universitario y su influencia en el estudiantado (Abadía Valle et al, 2015).

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen el financiamiento del PGI-UNS 24/Q124, en el marco del cual se desarrolló esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abadía Valle, AR.; Bueno García, C.; Ubieto-Artur, MI.; Márquez Cebrián, MD.; Sabaté Díaz, S.; Jorba Noguera, H.; Pagès Costa, T. (2015). Competencias del buen docente universitario. Opinión de los estudiantes. REDU. *Revista de Docencia Universitaria.* 13(2):363-390. https://doi.org/10.4995/redu.2015.5453

Díaz Puruncaja, D. M., Rodríguez Cabrera, V. D., & Guanoquiza Tello, L. L. (2024). La enseñanza por competencias: articulación y retos en la Educación Superior. *Revista Científica De Innovación Educativa Y Sociedad Actual*, *4*(3), 131–144. https://doi.org/10.62305/alcon.v4i3.168

Galagovsky, L.R. (2004) Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: el modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240.2

Pizarro-Aguilar, M. (2021). ¿Cómo propiciar las habilidades no técnicas en carreras de ingeniería? Enfoques para la investigación. *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, *12*(1), 272-291. http://dx.doi.org/10.22458/caes.v12i1.3409

Sergio Corella, M. (2017) *Escuela, docencia y educación*. Nuevos tiempos, nuevas actitudes. Madrid, Narcea.

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1-oi1AiynNRjLbdjS1eGaAPoms-lvfa6g/view

ISBN 978-987-47159-9-9

LA NATURALEZA DE LA CIENCIA, LA ACTIVIDAD INVESTIGATIVA Y LAS RELACIONES CON LA SOCIEDAD EN CLASES DE QUIMICA EN EL CONTEXTO DE CARRERAS DE FARMACIA, BIOQUIMICA Y ENOLOGÍA

Marisa Nile Molina

Universidad Juan Agustín Maza, Mendoza, Argentina
marilemolina@gmail.com

Resumen

Diversas investigaciones educativas, revelan que las visiones y creencias sobre ciencia, tecnología y las relaciones con la sociedad que sostengan los docentes, pueden reflejarse en los estilos de enseñar ciencia, en la programación de actividades y en la traslación y transposición didácticas de los contenidos. Se considera conveniente estudiar si la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia (NdC), la actividad investigativa y las relaciones con la sociedad (CTS) que poseen docentes de química se reflejan en la práctica educativa de actividades curriculares de Farmacia, Bioquímica y Enología de la Universidad Maza. Constituye el propósito principal de una tesis de Maestría en Educación. Para el presente trabajo se expone sólo uno de los objetivos y se presentan algunos resultados obtenidos con un enfoque cualitativo, a través de la observación no participante de clases a tres docentes de la muestra total. Los resultados muestran que la traslación de diversos aspectos de la NdC, la actividad investigativa y las relaciones CTS evidencian características propias del empiro-positivismo y que la explicitación que hacen los docentes de esos aspectos de la NdC y la CTS es menor a la esperable teniendo en cuenta la relevancia de las carreras y profesiones.

Palabras clave: *Naturaleza de la ciencia; actividad investigativa; relaciones ciencia-tecnología-sociedad; enseñanza de la química; química en contexto.*

1. INTRODUCCIÓN

Con el incesante desarrollo científico-tecnológico actuales, la actividad humana se vuelve cada vez más compleja, por lo que cabe reclamar a la educación científica y tecnológica (ECT) que promueva en los estudiantes, no solo el conocimiento suficiente para entender los procesos científicos y la habilidad y destreza para manejar artefactos tecnológicos, sino también la capacidad para adoptar decisiones responsables y poder resolver problemas individuales o comunitarios (Gordillo y Osorio, 2003).

Son numerosas las investigaciones, innovaciones y experiencias pedagógicas que intentan clarificar las pautas y criterios para una renovación de la educación científica. Los estudios de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) en el área educativa y las investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias han demostrado la importancia de reconocer la naturaleza de la ciencia (NdC) y su dimensión social en la construcción de los conocimientos científicos que son transferidos en la enseñanza de las ciencias (Vázquez-Alonso et al., 2007).

En la práctica escolar de todos los niveles educativos, incluido el universitario, se constata la transmisión de una visión deformada de la naturaleza de la ciencia, de su objeto, de los métodos, y de cómo se construyen y evolucionan los conocimientos científicos, ignorándose las repercusiones sociales, lo que en ocasiones provoca una actitud de rechazo hacia el área científica y también tecnológica (Fernández et al., 2002; Vázquez-Alonso et al., 2007).

Diversas investigaciones educativas, revelan que las visiones, creencias y actitudes sobre la ciencia, la tecnología y las relaciones con la sociedad que sostengan los docentes, pueden verse reflejadas en los estilos o formas de enseñar ciencia, en la programación de las actividades educativas y en la traslación y transposición didácticas de los contenidos científicos y tecnológicos (Lederman, 1992). Se sabe que no todos los docentes son capaces de desarrollar estrategias adecuadas debido a que poseen concepciones sobre la ciencia y el trabajo científico que pueden actuar como obstáculos epistemológicos (Adúriz-Bravo, 2005).

ISBN 978-987-47159-9-9

Teniendo en cuenta estas conceptualizaciones anteriores, se considera conveniente estudiar cuál es la comprensión sobre la NdC y su práctica educativa de los docentes que se desempeñan en diversas actividades curriculares del área de química desarrolladas en la Universidad Maza. Este es el propósito principal de una tesis de Maestría en Educación, de la cual se expondrá solo uno de los objetivos.

La metodología utilizada es de tipo mixta pues en el análisis de los datos convergen tanto, un enfoque cuantitativo como uno cualitativo. Para este trabajo se escogió la presentación de algunos resultados obtenidos con el enfoque cualitativo, el que se realiza a través de la observación no participante de clases a un número reducido de docentes (tres) de la muestra total.

2. OBJETIVOS

Describir y analizar cuáles son los aspectos de la NdC, la actividad investigativa y las relaciones CTS que explicitan los docentes en las clases de química de Farmacia, Bioquímica y Enología y en qué consisten dichas prácticas en el contexto áulico.

3. METODOLOGÍA

La metodología para la recolección de información se basa en la observación no participante de clase realizada a tres docentes de química pertenecientes a las carreras de Farmacia, Bioquímica y Enología de la Universidad Maza.

La observación es abierta y de tipo exploratoria, aún cuando se conocen los escenarios, los actores, los tipos de clase, etc. Se toma nota de todo lo que acontece y se observa durante el desarrollo de las clases constituyéndose en las notas de campo primarias. A partir de una posterior transcripción en forma de narrativa, se procede al análisis de contenido y a la identificación de categorías analíticas mediante una codificación abierta, según la propuesta de Glaser y Strauss (1967, en Hernández-Sampieri, 2018). Estas categorías se construyen en base a una selección de fragmentos breves y recortes del contenido narrativo que se examinan en detalle y se comparan en busca de diferencias y similitudes. Se utilizan tanto para el análisis e interpretación de los datos recabados en cada una de las observaciones como para la construcción del instrumento de recolección de información, denominado *Pautas para la observación de clase*. En estas *Pautas* se presentan cada una de las categorías de análisis con su respectiva descripción y su código alfa-numérico. Cada categoría analítica se considera como una unidad observacional.

Una vez definidas todas las categorías analíticas pertinentes, se procede a analizar cuáles son las más repetidas (más frecuentes) y los significados comunes que aparecen y por la relevancia para el planteamiento del problema. Se establecen las relaciones emergentes surgidas entre ellas, se las compara y se las integra en categorías más amplias y generales denominadas meta-categorías o núcleos temáticos con el objetivo de formar un esquema teórico mayor. Este procedimiento se denomina codificación axial (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

Para este trabajo se seleccionan dos metacategorías de la tesis: la metacategoría B, la Naturaleza del conocimiento científico, y la metacategoría D, la Actividad investigativa y las relaciones ciencia-tecnología-sociedad.

Las clases observadas son 3 (tres): una con el/la docente 1.OC, en un aula común; otra con el/la docente 2.OC en aula común y otra con el/la docente 3.OC en el laboratorio de Química.

4. RESULTADOS

Al análisis cualitativo realizado según lo expuesto en la metodología, se agrega un análisis descriptivo de tipo cuantitativo a fin de valorar el grado de presencia o la no presencia (ausencia) de las categorías o unidades observacionales y la frecuencia de aparición de cada una de éstas; se establecen tres categorías de presencia: siempre, a veces, nunca. Esta forma de sistematización de la información proveniente de las

ISBN 978-987-47159-9-9

observaciones, posibilita el aporte de otro tipo de dato que complementa al narrativo y facilita la interpretación de los resultados.

4.1. Resultados relacionados con la meta-categoría B: la Naturaleza del conocimiento científico

De acuerdo con las Pautas para la observación de clase completadas para cada uno de los tres docentes se aprecia que de las once (11) categorías analíticas observadas, las que suman treinta y tres (33) en total, se aprecian siempre (presencia) solo 7 (21 %), otras 10 a veces (30 %) y el resto, 16, no se aprecian nunca (49 %). En la TABLA I se muestran los resultados agrupados de las tres observaciones, y en la FIGURA 1 las frecuencias expresadas en porcentajes.

TABLA I. *Categorías analíticas (metacategoría B)*

Categorías	Frecuencia de presencia		
	Siempre	A veces	Nunca
O12.CI	1		2
O13.S	1	2	
O14.CC		1	2
O15.P			3
O16.I		1	2
O17.V	3		
O18.HTL	1	2	
O19.MC	1		2
O20.ID		1	2
O21.ACC		2	1
O22.C		1	2
Total	7	10	16
Porcentaje %	21	30	49



FIGURA 1. *Gráfico representativo de la frecuencia de presencia en porcentaje*

De las categorías que aparecen siempre en las tres clases, se destaca la validación del conocimiento científico; luego, le siguen la creatividad e intuición del investigador, la subjetividad, el estatus y funciones de las hipótesis, teorías y leyes, así como los métodos científicos utilizados en la actividad investigativa. De las categorías que no se aprecian nunca en las tres clases, se tiene a la provisionalidad del conocimiento científico (FIGURA 2).

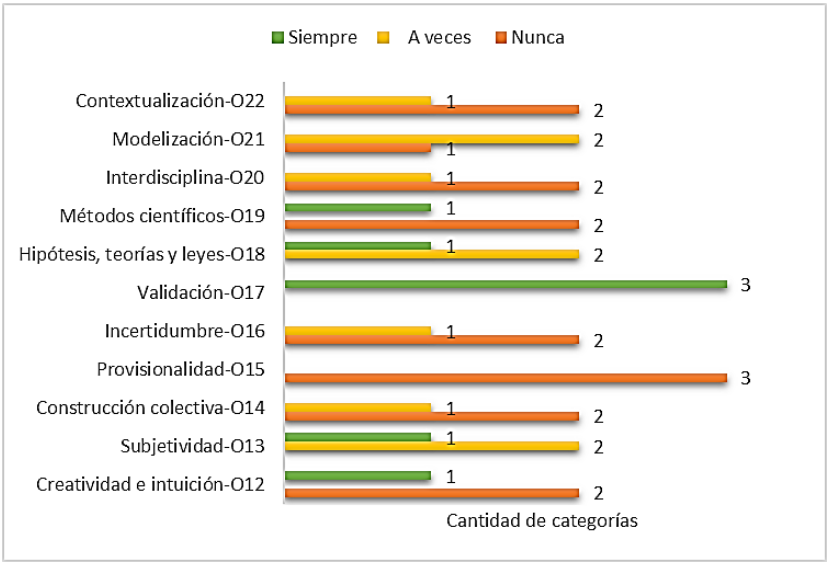


FIGURA 2. *Gráfico representativo de la cantidad y la frecuencia de categorías observadas*

ISBN 978-987-47159-9-9

4.2. Resultados obtenidos de la observación de cada docente (meta-categoría B)

A partir de las pautas de observación de cada docente se observan los resultados agrupados obtenidos por cada uno:

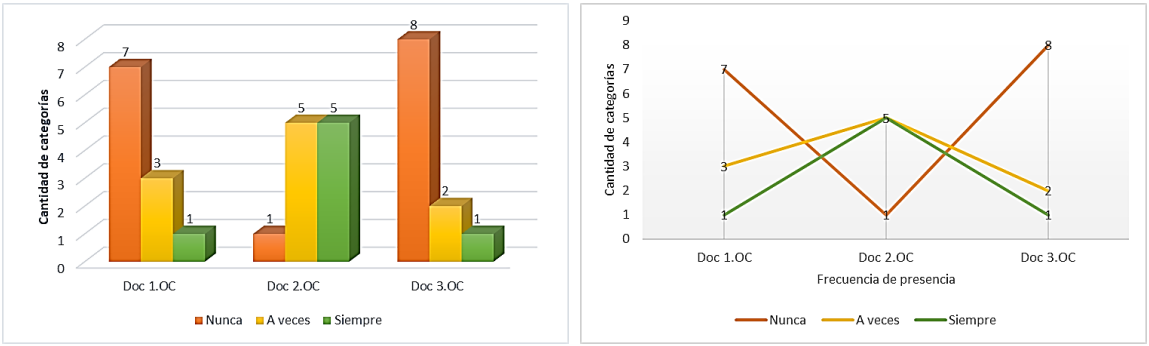


FIGURA 3 A (izquierda) **y B** (derecha)**.** *Gráficos representativos del perfil de docentes observados*

Se muestra que en el perfil de observación del docente 1.OC se envidencia siempre la presencia de una sola de las categorías, aparecen a veces solo tres y no aparecen nunca siete. En el caso del perfil docente 2.OC hay presencia siempre de cinco categorías, a veces aparecen cinco y no aparece nunca una sola categoría. El perfil del docente 3.OC es muy similar al del docente 1.OC con mayor incidencia de categorías que no aparecen nunca (FIGURA 3 A y B).

A continuación, se transcriben algunos comentarios a partir de la narrativa de cada observación.

- Observación de clase del docente 1.OC:

El análisis evidencia muy poca presencia de factores relacionados con la explicitación de la naturaleza del conocimiento científico, con excepción de la validación empírica necesaria para reafirmar la teoría de la cinética química. Se percibe, aunque con poca definición, la noción de la subjetividad parcial que puede tener cualquier investigador, puesto que depende de sus conocimientos previos e intereses. También, se observa poca referencia a la relevancia que tiene la formulación de hipótesis pues éstas se basan en un problema surgido de hechos y fenómenos y no sólo de la teoría preexistente. No aparecen otras características fundamentales del conocimiento como, por ejemplo, la provisionalidad y la falta de certezas, de que es una construcción humana, colectiva e interdisciplinaria que implica la consecución de métodos científicos diversos. No se observa una contextualización socio-histórica, política ni geográfica-ambiental del conocimiento específico, ni tampoco se usan modelos científicos o didácticos; sólo se recurre a una analogía.

- Observación de clase del docente 2.OC:

El análisis evidencia mayor presencia de factores de aula relacionados con la explicitación de la naturaleza del conocimiento científico, como son la noción de que es una construcción humana derivada de la creatividad y el intelecto del investigador, el cual le imprime subjetividad a partir de sus conocimientos previos; de la necesidad de validación empírica para confirmar hipótesis y contribuir a la conformación de teoría, y de la metodología experimental empleada en la producción del conocimiento específico. Se percibe la noción de que la construcción del conocimiento es colectiva e interdisciplinaria, influida por el contexto histórico y socio-político y que implica la consecución de métodos científicos diversos. No aparece la noción de la provisionalidad del conocimiento; se da por hecho que el concepto sobre la cinética enzimática, dado por Michaelis y Menten en 1912, es perdurable y no cambiará. Además, porque es una "ley" para las enzimas. Se observa el planteo de un modelo didáctico, llave-cerradura, con una representación gráfica (dibujo) para interpretar la cinética enzimática según las interacciones moleculares que se produzcan.

- Observación de clase del docente 3.OC:

El análisis evidencia muy poca presencia de factores de aula relacionados con la explicitación de la naturaleza del conocimiento científico; sí se observa el de la validación empírica necesaria para reafirmar las teorías sobre la acidez y basicidad de las sustancias. Se percibe, aunque con menor contundencia, la noción de la subjetividad de un investigador, puesto que depende de sus conocimientos previos y, también, la de la relevancia que cumple la teoría (de Brönsted-Lowry), sobre la acidez y la basicidad, en la construcción del conocimiento científico surgido de la práctica experimental. No aparecen otras características fundamentales del conocimiento, como, por ejemplo, la provisionalidad y la falta de certezas, de que es una construcción humana, colectiva e interdisciplinaria que implica la consecución de métodos científicos diversos. Resultan paradógicas estas ausencias de explicitaciones puesto que se trata de un trabajo experimental, que es el mismo que puede realizar cualquier investigador científico en un laboratorio de Química. Las tareas se limitan a aplicar técnicas operativas prefijadas. No se observa el uso de modelos científicos o educativos para interpretar y comprender mejor el proceso de la titulación de una solución acida o básica.

ISBN 978-987-47159-9-9

4.3. Resultados relacionados con la meta-categoría D: la actividad investigativa y las relaciones de la Ciencia con la Tecnología y la Sociedad (CTS)

De acuerdo con las pautas para la observación de clase completadas para cada uno de los tres docentes se aprecia que de las nueve (9) categorías analíticas observadas, las que suman veintisiete (27) en total, aparecen siempre (presencia) solo 7 (26 %), otras 4 aparecen a veces (15 %) y el resto, 16, no aparecen nunca (59 %). En la TABLA II se muestran los resultados agrupados de las tres observaciones, y en el FIGURA 4 las frecuencias expresadas en porcentajes.

TABLA II. *Categorías analíticas (metacategoría D)*

Categorías	Frecuencia de presencia		
	Siempre	A veces	Nunca
O36.NdC-P			3
O37.RPC			3
O38.HE	1	2	
O39.CCE	3		
O40.ACC	3		
O41.ICT		1	2
O42.SPE		1	2
O43.HCT			3
O44.CTS			3
Total	7	4	16
Porcentaje %	26	15	59



FIGURA 4. *Gráfico representativo de la frecuencia de presencia en porcentaje*

De las que se aprecian siempre en las tres clases observadas, se destacan el conocimiento de la ciencia específica, en este caso, la química (conceptos, ciertos hechos, leyes y teorías) y la aplicación de ese conocimiento químico a la resolución de casos o situaciones problémicas reales y/o simuladas. La categoría Habilidades y estrategias de la ciencia como el uso de aparatos e instrumental, etc., se aprecia en menor cuantía, excepto en un trabajo de laboratorio (FIGURA 5).

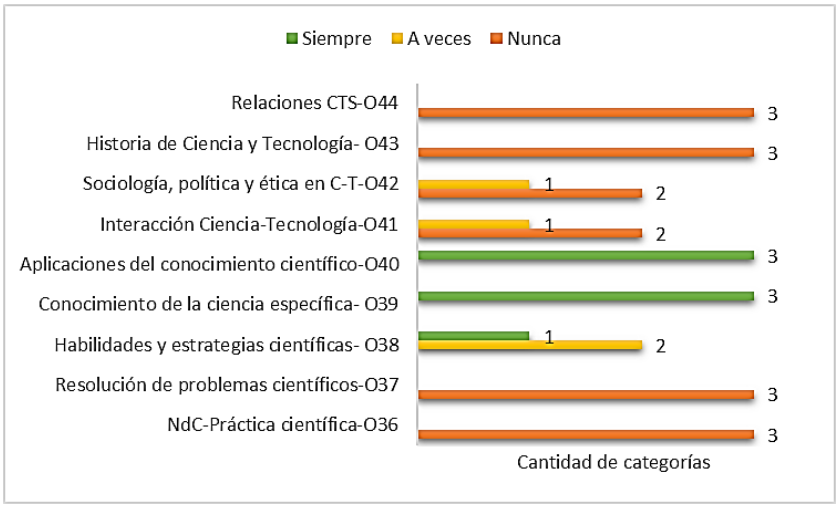


FIGURA 5. *Gráfico representativo de la cantidad y la frecuencia de categorías observadas*

4.4. Resultados obtenidos de la observación de cada docente (meta-categoría D)

ISBN 978-987-47159-9-9

A partir de las pautas de observación de cada docente se observan los resultados agrupados obtenidos por cada uno:

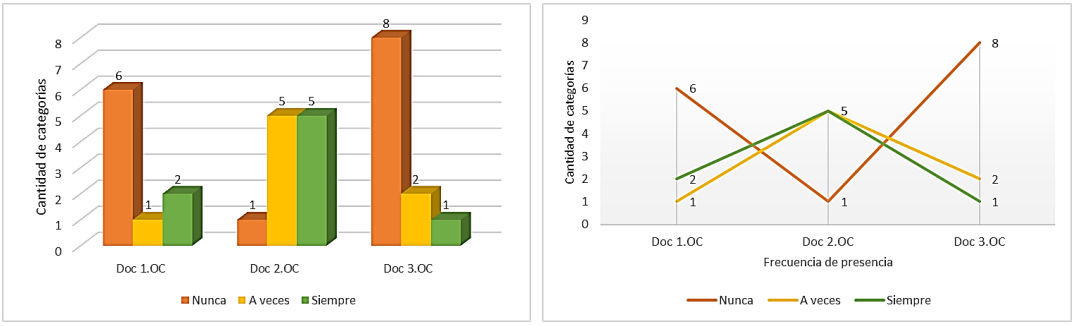


FIGURA 6 A (izquierda) **y B** (derecha)**.** *Gráficos representativos del perfil de docentes observados*

Se muestra que en el perfil de observación del docente 1.OC se envidencia siempre la presencia de dos de las categorías, a veces aparece solo una y no aparecen nunca seis. En el caso del perfil docente 2.OC hay presencia siempre de cinco categorías, a veces cinco, y no aparece nunca una sola categoría. El perfil del docente 3.OC muestra la presencia siempre de una sola categoría, a veces dos y no aparecen nunca ocho (FIGURA 6 A y B).

A continuación, se transcriben algunos comentarios a partir de la narrativa de cada observación.

- Observación de clase del docente 1.OC:

El análisis de las categorías muestra la presencia de conocimientos científicos específicos (hechos, conceptos y teorías) durante toda la clase y la aplicación de dichos conocimientos en la resolución de problemas reales, pero sencillos, y algunos simulados (problemas de "lápiz y papel"). No se observa el desarrollo de habilidades y estrategias propias de la Química experimental. Tampoco aparecen alusiones a las relaciones que se establecen entre la Química con la Tecnología, y de éstas dos últimas, con la sociedad y el medio ambiente. No aparecen referencias a la epistemología y la sociología interna ni externa de la Química ni al contexto histórico y socio-político en el cual surgieron los primeros estudios sobre cinética química. Tampoco se dan a conocer las implicancias de este conocimiento en las profesiones o en la vida cotidiana.

- Observación de clase del docente 2.OC:

El análisis de las categorías muestra la presencia de conocimientos científicos específicos, hechos, conceptos y teorías, durante toda la clase. La aplicación de estos conocimientos se muestra a través de ejemplos de cinética enzimática derivados de situaciones reales o casos, por ejemplo, el de las enzimas hepáticas.
Otros factores que aparecen en menos ocasiones son los referidos a las habilidades y estrategias de la Ciencia (procedimientos y usos); sólo aparecen en la discusión de un problema teórico-práctico sencillo. Otros, hacen alusión a una interacción entre la ciencia con la tecnología al describirse cómo es el análisis bioquímico-clínico de enzimas biológicas a través de metodologías basadas en desarrollos tecnológicos diversos. Se observa, también, una alusión a cuestiones históricas, socio-políticas, éticas y religiosas que incidieron en la concreción de las actividades investigativas de los científicos Michaelis y Menten, como por ejemplo, la no aceptación del trabajo de Menten por ser mujer y el menoscabo hacia Michaelis por su origen étnico-religioso (afrodescendiente y judío). Aparece un comentario breve sobre las implicancias de las relaciones CTSA en las profesiones puesto que la valoración de la actividad enzimática es una práctica usual de interés para la salud de las personas y de otros seres vivos. No se observa el desarrollo de habilidades y estrategias de la ciencia experimental por tratarse, posiblemente, de una clase de teoría en aula. Tampoco aparecen referencias explícitas a la sociología interna y externa de la Ciencia ni de la Tecnología.

- Observación de clase del docente 3.OC:

El análisis de las categorías muestra una presencia importante de conocimientos científicos específicos (hechos, conceptos y teorías) acerca de la acidez y basicidad de las soluciones y del procedimiento de la titulación. Se aplican conocimientos previos adquiridos en la clase de teoría, a la resolución de problemas simulados. Las habilidades y estrategias científicas observadas se relacionan con tareas para: la memorización de información disciplinar y realización de cálculos matemáticos; la transferencia de conceptos y leyes a la resolución de problemas prácticos; la comprensión de los experimentos; la ejecución de operaciones técnicas, medición y comparación; registro y análisis de datos; obtención de resultados y elaboración de conclusiones; uso adecuado de drogas y reactivos; aplicación de normas de seguridad y bioseguridad, etc. (todos con lenguaje y simbología específica de la Química). No se realiza, en cambio, el planteo de problemas de investigación reales (casos) ni se habla de la utilidad y aplicación de los conocimientos, en este el caso, a la titulación de la acidez del vino u otras bebidas. Tampoco se observa una contextualización socio-histórica, política ni ambiental del conocimiento específico en cuestión, ni tampoco se tienen en cuenta las implicancias de las relaciones Ciencia y Tecnología con la Sociedad y la actividad profesional (enología) o en la vida cotidiana.

ISBN 978-987-47159-9-9

5.CONCLUSIONES

a) En cuanto a la traslación de aspectos de la Naturaleza de la ciencia (NdC), la categoría que se aprecia siempre en las tres clases es la validación necesaria del conocimiento científico, pero, en cambio, no se aprecia nunca el aspecto de la provisionalidad de dicho conocimiento. Esta ausencia evidencia que los docentes tienen la noción de que el conocimiento científico no cambia, por lo tanto, refuerza la característica empiro-positivista de la NdC confirmada con la observación de que siempre se debe realizar una validación de los resultados.

b) En cuanto a la traslación de aspectos de la Actividad investigativa a las clases de química, se aprecian, preponderantemente, características del empiro-positivismo y de una enseñanza enciclopédica de la química con casi nula inter-relación con la tríada CTS, por lo tanto, con poca significación para una mejor comprensión de los estudiantes.

c) En las observaciones de las tres clases de química se evidencia una menor cantidad y frecuencia de categorías analíticas o unidades observacionales en relación a lo deseable y esperable, tanto para la metacategoría B como para la metacategoría D. La explicitación de los aspectos de la NdC y de la actividad investigativa y las relaciones CTS que realizan los docentes en su práctica se considera de mediana a baja, teniendo en cuenta la relevancia que tienen las temáticas desarrolladas, tanto para las tres carreras en sí, como para las profesiones.

d) En cuanto a las prácticas de los tres docentes, los perfiles observados son similares para los docentes 1.OC y 3.OC caracterizados por una menor explicitación de varios aspectos de la NdC, la actividad investigativa y las relaciones CTS; en cambio el docente 2.OC muestra un perfil con una mayor explicitación de esos aspectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, número extra, 23-33. https://cmapspublic.ihmc.us/rid=1P1N3358L-743Y59-2G2Y/U1%20AdurizBravo.pdf

Acevedo-Díaz, J. A. (2009). Enfoques explícitos *versus* implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* - 2009, *6*(3), 355-386. http://hdl.handle.net/10498/9905

Fernández, I, Gil, D, Carrascosa, J, Cachapuz, A. y Praia J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidaspor la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias, 20*(3), 477-488. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3962

Gordillo, M y Osorio, C (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, OEI. 32, 165-210. https://rieoei.org/RIE/article/view/927/1754.

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* México: McGraw-Hill.

Lederman, N. (1992). Students´ and teachers´ conceptions of the nature of science: A review of the research. *Jour. Research Science Teaching*, 29 (4), 331-359. https://doi.org/10.1002/ tea.3660290404

Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M., Acevedo-Díaz, J. y Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedad. *Educación Química, 18*(1), 38-55. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2007.1.65976

Video

Enlace al video explicativo del trabajo presentado
https://drive.google.com/file/d/1MpZNm4qeJKTMnTNLbj49Yk_kJ108rCj2/view

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 5: Resultados de proyectos de investigación y de extensión en Química – B5.37

Ponencia realizada por la Dra. Lydia R. Galagovsky, representante del área Química, en la mesa redonda *Habilitar diálogos para la enseñanza de química, física y biología*

LA QUÍMICA ENTRE LA FÍSICA Y LA BIOLOGÍA "CUÁNTICAS". ¿PSEUDOCIENCIA O UNA POSIBILIDAD EDUCATIVA?

Lydia R. Galagovsky

Profesora Consulta de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Investigadora del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC- FCEyN-UBA), Buenos Aires, Argentina
lydia.galagovsky@gmail.com

Resumen

Este trabajo resume la ponencia realizada en la mesa redonda: *Habilitar diálogos para la enseñanza de química, física y biología, e*n la que la Dra. Lydia R. Galagovsky se desempeñó como panelista representante del área de Química.

Palabras clave: *enseñanza de la Química; ciencias naturales; Química cuántica; pseudociencia; nuevos escenarios*

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza actual de las ciencias naturales –particularmente la física y la química– se encuentra con, al menos, cuatro tipos de problemas. Por un lado, la falta de motivación de los estudiantes de secundaria, lo cual repercute dramáticamente en la falta de vocaciones para elegir carreras terciarias y universitarias en estas áreas, particularmente aquellas carreras relacionadas con la docencia. Por otro lado, el discurso sostenido en las últimas décadas para lograr una enseñanza contextualizada de las ciencias, lo que demanda una ampliación de los ya extensos currículos y, por lo tanto, poco se ha logrado al respecto en el aula real. Así mismo, al tiempo que se mantiene el anquilosamiento de reproducir viejos contenidos descontextualizados en las aulas reales, surgen y proliferan en las sociedades occidentales argumentos anticientíficos y una gran adhesión a prácticas consideradas como "pseudo científicas". Finalmente, un problema particular del siglo XXI proviene de la tendencia de los jóvenes al uso adictivo de formatos informativos virtuales, muy centrados en aspectos visuales, con bajo compromiso de atención y de conocimientos previos, y con escaso o nulo respaldo científico.

Dado que, en la actualidad, hay una abundante utilización del término "cuántico" como recurso cotidiano para promocionar procesos o para dar aspecto de seriedad científica a algún contenido, cabría a los docentes apropiarnos de ese anzuelo para que emerjan contenidos de ciencia que fueran de interés para los estudiantes.

En esta ponencia presentaré algunas situaciones detentadas por grupos de investigación aún en incipiente desarrollo -y con grandes dificultades para la experimentación-, que estarían creando nuevos escenarios donde la química jugaría un interesante, renovador y seguramente motivador rol, como articuladora para la enseñanza entre la física y la biología "cuánticas" (Amador-Bedolla, Aspuru-Guzik, 2011; Cao et al., 2020; Al Khalili, 2023).

2. ASPECTOS NO TRIVIALES DE LA FÍSICA CUÁNTICA

Brevemente, los principales aspectos "no triviales" de la física cuántica que darían soporte a cuestiones químico-biológicas, serían:

ISBN 978-987-47159-9-9

2.1. Dualidad onda-partícula

Un haz de luz -o de partículas subatómicas- que atraviesa una rendija se “ve” como onda o partículas, según el tipo de medición que realice el observador (Jan visual physics, 2024). Es decir, la química al trabajar con entidades atómicas y moleculares, estaría enfocándose en materia observable, que podría interpretarse como energía “colapsada” (ondas que habrían condensado su energía manifestándose como materia). Particularmente los electrones tendrían capacidad de atravesar barreras físicas en calidad de ondas, con la consecuente reconsideración, por ejemplo, de los mecanismos de las reacciones de óxido-reducción. Así mismo, esta dualidad habilitaría a que se produjera un “efecto túnel”, que es un fenómeno cuántico por el que una partícula viola los principios de la mecánica clásica al atravesar una barrera de potencial (análogo a una "colina"), a pesar de no disponer de la energía mecánica suficiente, y aparecer al otro lado de la barrera. Este efecto túnel puede ocurrir con electrones y protones.

2.2. Entrelazamiento cuántico

Un haz de electrones se separa en dos ramas, cualquier modificación en las propiedades de una de ellas ocurre (momento, polarización, spin, etc.), inmediatamente en la otra, sin importar la distancia que las separe. Se trata de una situación paradójica dentro de la física cuántica, donde no se aplicarían las condiciones de espacio-tiempo.

2.3. Coherencia cuántica

La coherencia refiera a la posibilidad de las ondas de interferirse. Cuando se produce una interferencia, dos ondas se suman para crear una onda de mayor amplitud que cualquiera de ellas (interferencia constructiva) o se restan entre sí para crear una onda de mínimos que puede ser cero (interferencia destructiva), dependiendo de su fase relativa. Las interferencias constructiva o destructiva son casos límites, pero dos ondas siempre interfieren y, el resultado de la suma puede ser complejo.

La coherencia cuántica refiera a un estado cuántico de ondas que mantienen su fase durante un cierto periodo de tiempo. Cuando se refiere a fotones, se habla de “luz coherente”. El proceso por el que se pierde la coherencia cuántica se llama “decoherencia cuántica”. Este proceso es extremadamente rápido para objetos macroscópicos con múltiples grados de libertad.

3. ALGUNOS EJEMPLOS DE BIOQUÍMICA CUÁNTICA

La biología cuántica es un campo de investigación en desarrollo (Amador-Bedolla; Aspuru-Guzik , 2011; Cao et al., 2020; Kaluthanthri, 2022; Al Khalili, 2022, 2023). A continuación, se presentarán algunos ejemplos de aplicación.

3.1. Mutación del ADN

Las explicaciones de los mecanismos de mutación genética del ADN mediante efecto túnel han comenzado hace 50 años (Lodwin, 1963) paralelamente al desarrollo del entendimiento químico de las mutaciones, a partir del modelo de doble hélice de Watson y Crick.

Las moléculas de ADN pueden permanecer en estado coherente durante un breve período de tiempo (sólo de femtosegundos a picosegundos). Las interacciones entre el sistema cuántico del ambiente fuerzan a la decoherencia; sin embargo, podría darse el caso de que el entorno sostuviera la coherencia por una suerte de resonancia para que ocurriera una tunelización de protones que forman los puentes hidrógeno entre las bases del ADN (Al Khalili, 2022, 2023). McFadden y Al Khalili (1999) habían sugerido que podrían producirse mutaciones como resultado de fluctuaciones cuánticas, donde las estructuras químicas de las bases de nucleótidos se alteraran espontáneamente en femtosegundos mediante la tunelización de protones, lo que daría lugar a cambios en la estructura local del ADN, con los consecuentes mutaciones debidas a errores de lectura de la cadena (Davies, 2004). El código genético se considera un código cuántico en el que pueden producirse superposiciones de estados de codificación.

ISBN 978-987-47159-9-9

3.2. Fotosíntesis

En la fotosíntesis, la luz es captada por proteínas que ejercen una función de antena. Estas proteínas transfieren la energía de los fotones a una energía de excitación con una eficiencia cuántica de casi el 100 % a los centros de reacción, donde se produce una separación de cargas. La escala temporal y las vías de esta transferencia están controladas por ese andamiaje proteico, que mantiene los pigmentos en una geometría óptima y ajusta sus energías de excitación (energías de sitio)

En el año 2007, Graham Fleming (Fleming, 2011) y sus colaboradores de la Universidad de California, Berkeley, descubrieron el papel fundamental que juega la coherencia cuántica en el proceso de la fotosíntesis, empleando las técnicas de espectroscopia de femtosegundos. Utilizaron la bacteria fotosintética verde Chlorobium tepidum que habita en el fondo del mar y contiene en el clorosoma miles de moléculas de clorofilas que absorben energía (fotones) la cual proviene de la escasa luz solar que les llega, y es transferida hacia el centro reactivo a través del trímero de proteínas FMO (Fenna-Matthews-Olson) (Yarry, 2007). Se ha detectado una coherencia vibracional -que dura en la escala de picosegundos- en complejos de recolección de luz de bacterias y de plantas utilizando el método de espectroscopia de absorción transitoria de femtosegundos

Muh et al. (2007) han calculado las energías de sitio para un enfoque químico/electrostático cuántico combinado, considerando toda la proteína en detalle atómico, lo cual proporciona el eslabón perdido entre la cristalografía y la espectroscopia. Este resultado desafía la visión actual de cómo se regula el flujo de energía en los complejos pigmento-proteína.

3.3. Catálisis enzimática

Actualmente, se buscan evidencias de tunelización cuántica en reacciones enzimáticas. Se ha informado este fenómeno en la metamorfosis de los anfibios cuando el renacuajo pierde su cola, se desarma y se vuelve a ensamblar en una rana (Delgado, 2017). Este efecto podría estar presente en los centros proteicos donde se transfieren electrones (óxido-reductasas) (Moser et al., 2006; Klinman y Kohen, 2014).

3.4. Magnetorrecepción

Varias especies animales (peces, insectos, anfibios, mamíferos, reptiles y aves), tienen la capacidad de obtener información direccional y posicional del campo magnético de la Tierra (Wiltschko y Wiltschko, 2005). Existen dos tipos de brújulas magnéticas para aves: receptores magnéticos que se pueden encontrar en la parte superior del pico de las aves (palomas mensajeras) (Wiltschko y Wiltschko, 2006); o bien, un criptocromo ubicado en el ojo del ave que participa en la magnetorrecepción (ej. petirrojo europeo) que sólo se activa con luz azul o verde. El mecanismo involucra dos tipos de moléculas, las moléculas donadoras (se excitan con la luz y emiten un electrón) y las aceptoras. Esto da como resultado que ambas moléculas tengan un electrón desapareado, formando un “par radical” con dos estados posibles: estado singlete (los espines de los electrones son antiparalelos) o un estado triplete (espines paralelos) que estarían entrelazados cuánticamente. El par radical experimenta oscilaciones cuánticas coherentes entre sus dos estados. La velocidad de este proceso depende de la orientación de la molécula huésped con respecto al campo magnético de la Tierra (Kominis, 2012).

Según Ritz et al. (2010), existen campos magnéticos débiles que potencian las respuestas criptocromáticas en algunas plantas.

3.5. Olfato

El sistema olfativo facilita la percepción de miles de moléculas en los organismos vivos. En un principio, se suponía que este sistema funcionaba siguiendo un modelo de sensores del tipo de llave y cerradura, en el que el nivel de afinidad de las moléculas de olor con los diferentes receptores es la base química de tal correlación. Este modelo no explica los diferentes mecanismos de detección específica para moléculas de olor con formas y niveles de afinidad similares. Es por eso que ganó validez la explicación de la mecánica cuántica basada en el efecto túnel de electrones para explicar la teoría detrás del olfato.

La nariz -o la parte del cuerpo que participa en el olfato- puede identificarse como un espectrómetro vibracional. Cuando un odorante tiene la frecuencia vibratoria correspondiente con el receptor olfativo (sensor) se activa y provoca un efecto túnel de electrones entre diferentes estados de energía en el receptor. Como

ISBN 978-987-47159-9-9

resultado, se genera una señal eléctrica correspondiente a la señal vibratoria de la molécula del odorante y se transduce al cerebro para su reconocimiento específico (Brookes et al., 2007).

3.6. Conciencia

Hace más de 3 décadas que Hameroff y Penrose (1996) quisieron aplicar física cuántica a resolver misterios de la vida, tal como el origen de la conciencia. Su propuesta de conciencia cuántica consistía en suponer que la conciencia surgiría de superposición de estados cuánticos en el cerebro. Hameroff era anestesiólogo e investigaba la desconexión de la conciencia mediante fármacos. Neurólogos, físicos, neurocientistas y expertos en mecánica cuántica no tomaron en cuenta esta hipótesis pues las condiciones del tejido (húmedo y tibio), lejos del cero absoluto y de aislamiento necesario para la producción de estados cuánticos, harían colapsar tales estados en infinitésimas de segundo.

Actualmente, sin embargo, se ha encontrado que estructuras cristalinas dentro de todas las células –constituidas por ordenamientos huecos cilíndricos de triptofanos–, llamados microtúbulos, podrían generar escenarios para sostener tales estados cuánticos. Básicamente, los experimentos mostraron que los anestésicos interfieren con dichos microtúbulos (Petrov, 2024).

4. ¿PSEUDOCIENCIA O UNA OPORTUNIDAD EDUCATIVA?

El Dr. Manuel Sans Segarra, es médico especializado en cirugía general y digestiva, pionero en el uso de la laparoscopia y fundador y Presidente de la Asociación de Médicos Sénior del Hospital Universitario de Bellvitge, de Barcelona, España. A partir de numerosos casos de recuperación de sus pacientes que, habiendo estado un breve lapso de tiempo en muerte clínica y cerebral, le han relatado las denominadas “experiencias cercanas a la muerte” (ECM), se ha dedicado los últimos años a investigar la existencia de la Supraconciencia.

Se reunió inicialmente con profesionales neurólogos, psiquiatras y psicólogos para comprender mejor estos fenómenos, pero en todos los casos, se encontró primero con amplios rechazos para indagar sobre el tema, bajo el rótulo de “pseudociencia”; y, posteriormente, con una aceptación sobre las incapacidades de las disciplinas conocidas para explicar las regularidades y consistencias de las ECM.

Sans Segarra (2024 a, b) llegó a la conclusión de que el “método científico cartesiano tradicional” no podía explicar completamente estas experiencias**.** Buscó, entonces, respuestas en la física cuántica, encontrando ideas que ofrecen una visión del universo más allá de lo que se puede percibir con nuestros sentidos.

Sans Segarra señala que “la física cuántica sugiere que la realidad es mucho más compleja y misteriosa de lo que normalmente percibimos”: la dualidad onda-partícula; el hecho de que gran parte del volumen atómico es vacío; los fenómenos como el entrelazamiento cuántico y la circularidad del tiempo podrían proporcionar explicaciones que sustenten las experiencias reportadas en las ECM.

Entre sus conclusiones más importantes se encuentran las ideas: (a) hay una *conciencia local* que se manifiesta como ondas medibles de la actividad neuronal**.** Esta conciencia local muere cuando mueren las neuronas; muere el cuerpo en esta dimensión espacio-tiempo. (b) Con las ECM o con meditación profunda se logra tomar contacto con una *supraconciencia* -o conciencia no local-, que no muere con el cuerpo material, que es energía sutil, universal, omnipresente y eterna. La Supraconciencia es un concepto que se refiere a la conciencia que existe más allá de la mente y el cuerpo físico.

Sin duda estos temas han fascinado a la humanidad durante siglos, ya que plantea preguntas fundamentales sobre la naturaleza de la realidad y el destino de cada ser humano. Los docentes podríamos considerar esta temática como un punto de partida para recuperar la motivación de los estudiantes por las ciencias naturales.

5. CONCLUSIONES

Los bioquímicos y biólogos moleculares han estudiado y descrito casi todas las funciones biológicas en términos de los arreglos y reordenamientos con unidades moleculares, incorporando en las últimas décadas técnicas de modelado molecular, a partir de conocimientos provistos por la mecánica cuántica. Sin embargo, la

mayoría de los intentos de emular sensores biológicos mediante la generación artificial utilizando la química molecular han fracasado. Actualmente, químicos, físicos, biólogos, ingenieros informáticos, químicos computacionales, etc., en equipos interdisciplinarios, investigan en el campo de la biología cuántica (Al Khalili, 2020, 2022) para el desarrollo de dispositivos que imiten sensores biológicos. Son los nuevos abordajes interdisciplinarios los que podrán transformar a la bioquímica molecular tradicional en una bioquímica cuántica.

Estos nuevos enfoques, en el borde mismo de la frontera de las ciencias eruditas podrán brindar una plataforma nueva para la enseñanza interdisciplinaria de las ciencias naturales, tal que atrape la motivación de los jóvenes estudiantes. La gran "barrera energética" para lograrlo será la formación docente, la generación de material didáctico adecuado, y, sobre todo, el renunciamiento a enseñar los interminables currículos tradicionales y el desafío de poder trabajar interdisciplinariamente, también en docencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agarval. R.; Krueger, B.; Scholes, G.; Yang; M.; Yom. J.; Mets, L.; Fleming, G. (2000). Ultrafast energy transfer in LHC-II revealed by three-pulse photon echo peak shift measurements. *The Journal of Physical Chemistry B*, *104* (13), 2908-2918 DOI: 10.1021/jp9915578

Amador-Bedolla, C.; Aspuru-Guzik, A. (2011). La biología cuántica ¿Un nuevo campo de la química? . *Educación Química*. *22*(1), 8-11. https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30107-1

Al Khalili (2023). Jim Al Khalili. Life on the Edge the dawn of quantum biology. https://www.youtube.com/watch?reload=9&app=desktop&v=GXgHv2oNxcM

Al Khalili (2022). Jim Al-Khalili: Life on the Edge, the dawn of quantum biology. YouTube. *Oxford Philosophy of Physics*. Recuperado octubre de 2024 de https://yandex.ru/video/preview/3145757480047643950

Al Khalili, J; Lilliub, S. (2020). Quantum Biology. *Scientific Video Protocols Review. ScriVPro* https://doi.org/10.32386/scivpro.000020

Babcock, N; Montes-Cabrera, G.; Oberhofer, K.; Chergui, M.; Celardo, G; Kurian, P. (2024). Ultraviolet Superradiance from Mega-Networks of Tryptophan in Biological Architectures. *The Journal of Physical Chemistry B, 128* (17), 4035-4046. DOI: 10.1021/acs.jpcb.3c07936

Brookes, J. C., Hartoutsiou, F., Horsfield, A. P., & Stoneham, A. M. (2007). Could humans recognize odor by phonon assisted tunneling?. *Physical review letters*, *98*(3), 038101.

Cao, J.; Cogdell, R.; Coker, D.; Duan, H-G.; Hauer, J.; Kleinekathöfer, U.; Jansen, T.; Mančal, T.; Dwayne Miller, R. Ogilvie, J.; Prokhorenko, V.; Renger, T.; Tan, H-S; Tempelaar, R.; Thorwart, M.; Thyrhaug, E.; Westenhoff, S.; Zigmantas, F. (2020). Quantum biology revisited. *Science Advances* *6*(14): eaaz4888. doi:10.1126/sciadv.aaz4888

Davies, P. C. (2004). Does quantum mechanics play a non-trivial role in life?. *BioSystems*, *78*(1-3), 69-79. https://doi.org/10.1016/j. Biosystems.2004.07.001

Delgado, M., Gorlich, S., Longbotham, J. E., Scrutton, N. S., Hay, S., Moliner, V., & Tuñón, I. (2017). Convergence of theory and experiment on the role of preorganization, quantum tunneling, and enzyme motions into flavoenzyme-catalyzed hydride transfer. *ACS catalysis*, *7*(5), 3190-3198.

Fleming G et al. 2011. Quantum effects in biology. *Procedia Chemistry*, *3*(1), 38-57.

Hameroff, S., & Penrose, R. (1996). Orchestrated reduction of quantum coherence in brain microtubules: A model for consciousness. *Mathematics and computers in simulation*, *40*(3-4), 453-480.

Jan visual physics (2024). Dual Nature of Light | Particles and Wavicles | Electromagnetic Wave Propagation. Recuperado Octubre de 2024 de https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=1b8eSJHMv1w

Kaluthanthri, D.; Dasanayaka, P.: Perera, S. (2022). Chapter 4: Quantum Biology: A novel direction in biological sciences, en *Toward a paradigm shift in Biology*. Dr. R. Wimalasekera Dr. G. Galhena (Ed). The Institute of Biology. Sri Lanka.

Klinman, J. P., & Kohen, A. (2014). Evolutionary aspects of enzyme dynamics. *Journal of Biological Chemistry*, *289*(44), 30205-30212.

Kominis, I. K. (2012). Magnetic sensitivity and entanglement dynamics of the chemical compass. *Chemical Physics Letters*, *542*, 143-146.

ISBN 978-987-47159-9-9

Löwdin, P. O. (1963). Proton tunneling in DNA and its biological implications. *Reviews of Modern Physics*, *35*(3), 724.

McFadden, J., & Al-Khalili, J. (1999). A quantum mechanical model of adaptive mutation. *Biosystems*, *50*(3), 203-211.

McFadden, J. (2001). *Quantum Evolution.* New York: WW Norton.

Moser, C. C., Page, C. C., & Dutton, P. L. (2006). Darwin at the molecular scale: selection and variance in electron tunnelling proteins including cytochrome c oxidase. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *361*(1472), 1295-1305.

Muh, F., El-Amine Madjet, M; Adolphs, J.; Abdurahman, A.; Rabenstein, B.; Ishikita. H.; Knapp. E.; Renger, T. (2007). Alpha-Helices direct excitation energy flow in the Fenna–Matthews–Olson protein. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(43), 16862-16867. https://www.pnas.orgcgi doi10.1073pnas.0708222104

Petrov, A. (2024). Experimental Evidence No One Expected! Is Human Consciousness Quantum After All? Recuperado en octubre de 2024 de https://www.youtube.com/watch?v=QXElfzVgg6M

Ritz, T, Yoshii, T, Helfrich-Forster, C and Ahmad, M. 2010. Cryptochrome: a photoreceptor with the properties of a magnetoreceptor? *Communicative and Integrative Biology*, *3*(1), 24-27.

Sans Segarra, M. (2024a). Página web https://www.manuelsanssegarra.com/

Sans Segarra, M. (2024b). *La Supraconciencia existe: Vida después de la Vida*. Editorial Planeta.

Wiltschko, W.; Wiltschko, R. (2005). Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals. *Journal of Comparative Physiology A Neuroethology Sensory Neural and Behavioral Physiology*, *191*(8), 675-693. doi: 10.1007/s00359-005-0627-7

Wiltschko, W.; Wiltschko, R. (2006). Magnetoreception. *Bioessays, 28*(2), 157- 168

Yarri, L. (2007). New Quantum Secrets of Photosynthesis. Recuperado en octubre de 2024 de https://newscenter.lbl.gov/2007/08/06/new-quantum-secrets-of-photosynthesis/

Video **Enlace de acceso a la grabación de la videoconferencia de la MESA REDONDA**
https://drive.google.com/file/d/17aYDVnIHuyYUof_Kq7Km-YI5kr40rHif/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9

Bloque 5: Resultados de proyectos de investigación y de extensión en Química – B5.38

Ponencia realizada por el Dr. Vicente C. Capuano, representante del área Física, en la mesa redonda *Habilitar diálogos para la enseñanza de química, física y biología*

IDAS Y VUELTAS DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Vicente C. Capuano

Profesor Titular Plenario de la Universidad Nacional de Córdoba (UNCba), Córdoba, Argentina.
vicente.capuano@unc.edu.ar

Resumen

Sin que resulte necesario probar con citas, podemos señalar que el modo como Enseñamos las Ciencias Naturales en general y/o en particular, cada una de las disciplinas que la componen (Física, Química, Biología), en los distintos niveles del sistema educativo, ha cambiado sustancialmente a lo largo del tiempo. En el caso de las Ciencias Naturales, estas últimas décadas y en un lapso breve que se inicia a mediados del Siglo XX (≈1950) y casi sin interrupciones continúa en nuestros días, los cambios metodológicos invaden los procesos de enseñanza y de aprendizaje, sin lograr que las distintas estrategias educativas proporcionen los resultados esperados. Para no repetir errores y acordando con Galeano (2005) sobre *"el rol de la historia, pensada como un profeta con la mirada puesta hacia atrás"*, examinaremos el pasado para comprender el presente y prepararnos teniendo en cuenta las metodologías que no funcionaron, para el futuro.

Palabras clave: *enseñanza de la Física; ciencias naturales; educación en ciencias;*

1. EVOLUCIÓN DE LAS CIENCIAS NATURALES Y DE SU ENSEÑANZA

En estas últimas décadas, en un lapso breve que se inicia a mediados del Siglo XX (≈1950) y que continúa en nuestros días, importantes sucesos irrumpen en la sociedad. El sistema Educativo en general y el subsistema de "Educación en Ciencias" en particular, experimentan a mediados del siglo XX un ingreso masivo de jóvenes al sistema educativo, provocado por aspectos sociales de la educación que comienza a ser considerada como patrimonio cultural de la humanidad al igual que la literatura o la pintura, etc., y necesidades naturales de un mercado mucho más complejo, en el cual los conocimientos básicos de los individuos para desarrollarse en el mismo, pasan del manejo de las manos y herramientas rudimentarias a herramientas muchos más sofisticadas, asistidas por el uso de la mecánica, la electrónica y la óptica de precisión. Grandes aportes del campo Científico Tecnológico desarrollan nuevos hábitos de vida en nuestra especie y difícilmente una vez instalados, experimenten una marcha atrás. La educación se enfrenta con el desafío de construir conocimiento en la sociedad y, en consecuencia, en el sistema educativo los cambios metodológicos invaden los procesos de enseñanza y de aprendizaje, sin lograr que las distintas estrategias educativas proporcionen los resultados esperados (Boido, 1993; Boido, 1996; Castorina, 2007; Casassus, 2015; Cyrulies y otros, 2014; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Menéndez, 2017; Roble y Chiabrando, 2008; Pigna, 2007).

2. NACEN LAS CIENCIAS, PERO NO LA PROBLEMÁTICA DE SU ENSEÑANZA

Para generalizar y obtener indicadores más confiables, podríamos tomar como lapso de análisis y estudio, aquel que va desde los primeros intentos por descubrir el comportamiento de la naturaleza (inicio de las Ciencias, siglos V y VI a. de C.) hasta nuestros días. En aquellos años lejanos, lo que se descubría se comunicaba levemente a la sociedad y dada la debilidad de dicha comunicación, no fue necesario promover el estudio de la Enseñanza a la sociedad en su conjunto, de los logros alcanzados. No difundir los logros lleva a correr riesgos, y un claro ejemplo de lo que puede ocurrir si no se lleva cabo la acción de comunicar llamada

ISBN 978-987-47159-9-9

"extensión" en las instituciones de nivel superior, resulta la destrucción de la Biblioteca de Alejandría, ocurrida en los primeros siglos de la era cristiana.

Especialmente en los cinco siglos previos al inicio de la era cristiana, débilmente aparecen maneras singulares de enseñar Ciencias. Es común como modo distintivo que caracterizaba la enseñanza de aquellas épocas, citar al "Diálogo Socrático", el que se consideraba como un *"método basado en la indagación y en la dialéctica para analizar y buscar la verdad, que cuestiona todo aquello que se sabe o se asimila, que elimina las pretensiones de certeza y busca detalles para llegar a un entendimiento general o a una comprensión más profunda de un tema particular"*. El diálogo entre el docente y el alumno, columna vertebral del Diálogo Socrático, se percibe cómo la metodología principal de la Enseñanza de las Ciencias, en aquel pasado lejano. Sólo muy pocos miembros distinguidos de la sociedad, podían dialogar en un acto individual, con los maestros. (Platón; Sócrates; Aristóteles).

Algunos siglos antes de la era cristiana, comienza la preocupación del hombre por el comportamiento de la naturaleza, intenta explicarlos, logra algunas explicaciones científicas (Eratóstenes, 276-195 a. de C.; Arquímedes, 287-213 a. de C.) y naturalmente prueba de construir (enseñar, transmitir) en otras estructuras de conocimiento, los logros alcanzados (Sócrates, 470 - 399 a. de C.), maestro de Platón (427-347 a. de C.) quién a su vez fuera maestro de Aristóteles (384-322 a. de C.). Como señalamos en el párrafo anterior, de cómo enseñar las ciencias por aquellos años a. de C., sólo rescatamos el "Diálogo Socrático", que resalta el carácter individualista y sectario de la Ciencia y de su Enseñanza. (Boido, ob. cit. 1993; Boido, ob. cit. 1996; Menéndez, ob. cit. 2017).

2. NACE LA PROBLEMÁTICA DE LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

Recién a partir del siglo XV (≈1500) comienza un desarrollo notable y sostenido del conocimiento científico con un pico de descubrimientos en los inicios del Siglo XX (≈1900), que hoy continúa. Sin embargo, hacia fines del siglo XIX y principios de siglo XX, aún con lo trascendente que resultaban los descubrimientos para comprender el mundo en que vivimos, no habían alcanzado aplicaciones en las proximidades del pasar del hombre común, que le significaran un cambio en sus hábitos y costumbres. Con el correr de los años se hace más popular el mundo artificial que rodea a ese hombre común, y es ese el momento (≈1950) en el cual el sistema educativo sale a satisfacer las demandas sociales. Intenta respuestas desde:

- La "gestión organizacional", es decir sobre cómo organizarse docentes e Instituciones, para recibir con decoro el ingreso masivo que señalamos en apartados anteriores y,
- "Cómo enseñar" en esta nueva realidad, signada por la masividad.

Tomamos para el análisis del modo de enseñar las Ciencias Naturales, un período que se inicia a mediados del siglo XX (≈1950) y que se prolonga hasta nuestros días. El inicio de este período no es caprichoso, ya que responde al ingreso masivo de estudiantes al sistema educativo, ingreso masivo a las aulas que desborda la capacidad de gestión del sistema educativo, y pone en duda la metodología utilizada hasta ese momento. Son las demandas sociales y en general otra escena la que la escuela debe atender y debe hacerse cargo (Boido, 1985; Klimovsky, 1994).

3. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: IDAS Y VUELTAS

Como señalamos en apartados anteriores, hacia 1950 el ingreso masivo de estudiantes al sistema educativo provoca la inmediata obligación de atenderlos y satisfacer sus necesidades. El estado de situación del sistema educativo en general y en particular del Subsistema de Educación Científica, podía describirse del siguiente modo:

✓ **Ingreso masivo al sistema.** Provocado por (Pigna, ob. cit. 2013; Castorina, ob. cit.) aspectos sociales de la educación que ya señalamos; Leyes Nacionales de Educación que incrementan la etapa de Educación Obligatoria; crecimiento del cuerpo de conocimientos (contenidos) a abordar en las aulas y; desarrollos tecnológicos de primera generación que comprometen las metodologías tradicionales de enseñanza,

ISBN 978-987-47159-9-9

son aspectos a considerar en esta ocasión, en la cual la Escuela asume un carácter movimientista de la educación en el que "vale todo" a la hora de pensar en nuevos senderos para el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

✓ **Leyes de Educación.** Las Leyes 1420, 24195 y 26206, van ampliando los derechos y proponen distintas obligatoriedades: primario completo para la ley 1420 del año 1884; primer EGB completo para la ley 24.195 del año 1993; y secundario completo para la ley 26.206 del año 2006.

✓ **Crecimiento del cuerpo de conocimientos.** Natural en la evolución de la Ciencia. El cuerpo de conocimiento de la ciencia crece y en las primeras décadas del siglo XX el crecimiento es vertiginoso.

✓ **Situación metodológicamente inédita en el sistema educativo.** La suma de factores cambiantes señalados, dan lugar a una situación nueva, casi sin antecedentes, en la que se va haciendo camino al andar.

✓ **Ausencia de resultados de investigaciones.** La problemática de la Enseñanza de las Ciencias, debe constituirse en sujeto de investigación con un marco teórico en construcción.

4.1 RESPUESTA DESDE LO ORGANIZACIONAL

El modo como responde el sistema, lo representamos con el cuadro de la FIGURA 1. En el dibujamos una flecha de tiempos en años, vertical y creciendo hacia abajo, que muestra cómo van sucediéndose las distintas acciones de los docentes y de las instituciones, en un intento por resolver el problema. Las fechas son tentativas y las apariciones de las respuestas, no son bruscas. Excepto algunas, las respuestas del sistema se presentan con suavidad y generan algunas presencias que débilmente permanecen en la actualidad. Otras se perderán con el transcurrir del tiempo.

Las Instituciones se preparan para recibir el ingreso de jóvenes que en su mayoría proceden de la clase media, que aspiran incorporarse a los estudios superiores. Para ello es importante contar con construcciones edilicias que sean capaces de albergar ese ingreso masivo, contar con los recursos de tecnología educativa que apoyen las nuevas metodologías a aplicar en el aula, gestionar lo que hiciese falta para gozar de una confiable conectividad y, generar recursos para afrontar esta nueva realidad. Finalmente, un aspecto que se suele dejar de lado, es el de poblar los Laboratorios de Enseñanza. Nuestras ciencias son experimentales, por lo que es trascendente el completamiento del mismo con equipos e instrumental.

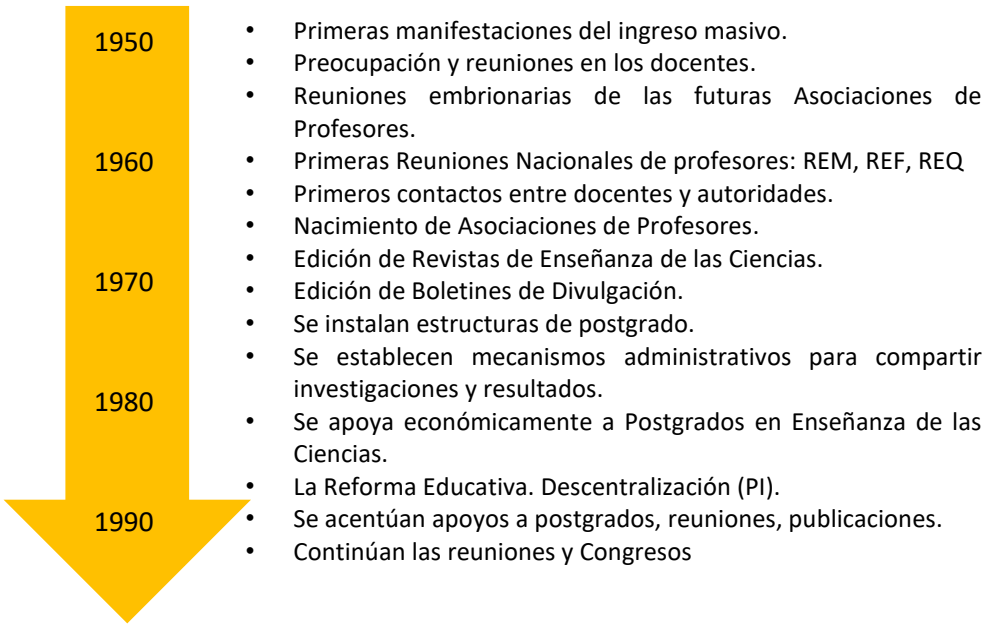


FIGURA 1. *Evolución de las gestiones para recibir al ingreso masivo*

ISBN 978-987-47159-9-9

4.2 RESPUESTA DESDE LO METODOLÓGICO

El modo como responde el sistema, lo representamos con el cuadro de la FIGURA 2, para el que valen las mismas consideraciones que las realizadas para la FIGURA 1. Una diferencia entre ellas es que ahora se pueden vincular y dialogar, las distintas maneras de enseñar e incluso pueden vincularse resultados entre las mismas. Ese diálogo entre los distintos modos de pensar, aporta en el sentido de que pueden ocurrir complementos que den lugar a metodologías superadoras.

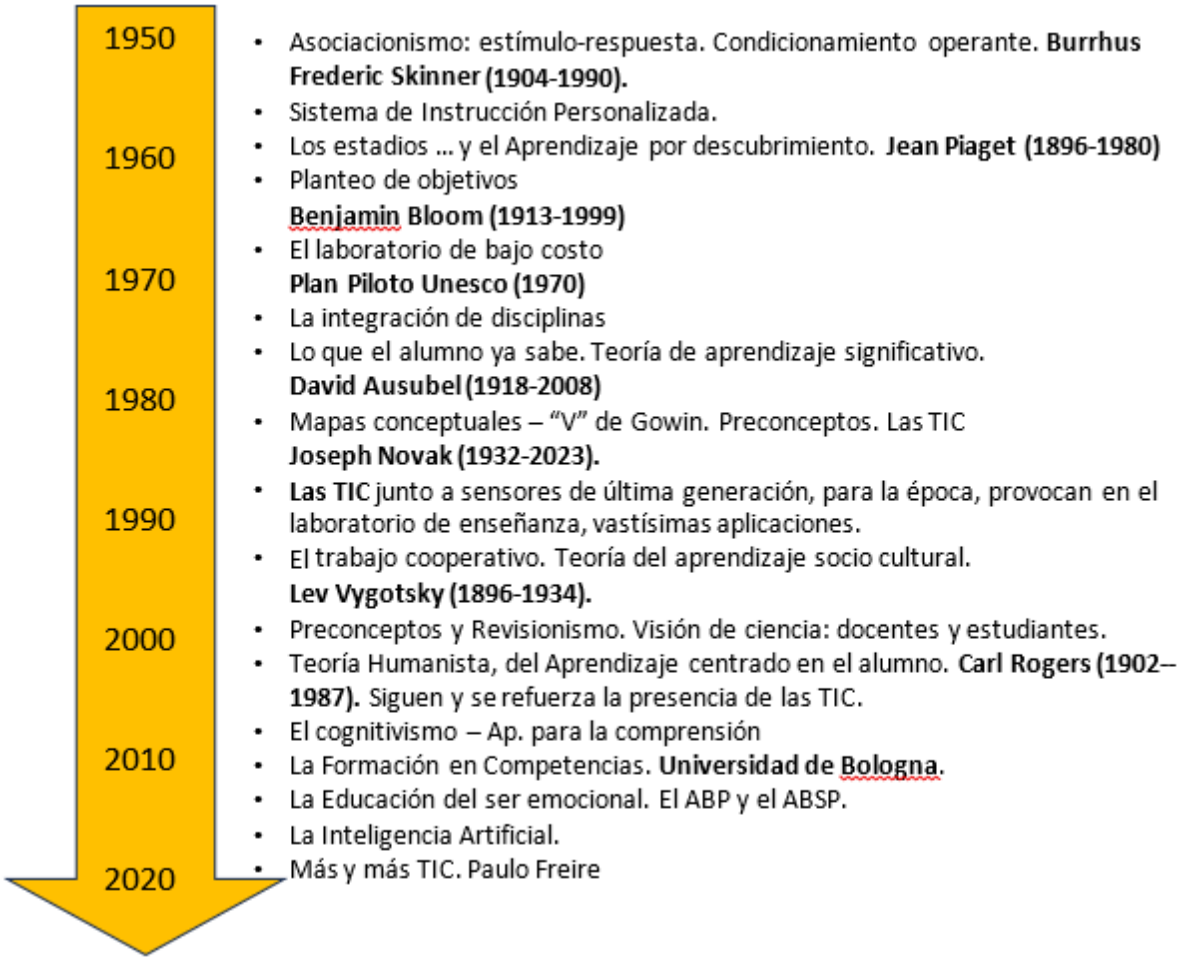


FIGURA 2. *Evolución de las metodologías utilizadas, para enfrentar esta nueva problemática del aula.*

A mediados del siglo XX (≈1950), las metodologías utilizadas para la Enseñanza de las Ciencias, eran fuertemente conductistas (el docente conducía la clase), gobernadas por la corriente Filosófica Asociacionista, la que intentaba encontrar vínculos entre el estímulo y la respuesta. El mayor representante de esta corriente es **Burrhus Frederic Skinner (1904-1990),** con su experimento del "Condicionamiento operante". El Sistema de Instrucción Personalizada, pone al estudiante frente a un cuestionario, con el que intenta avanzar respondiendo preguntas. Si las respuestas a las preguntas no son correctas, no avanza en los estudios.

Hacia la década siguiente (≈1960) **Jean Piaget (1896-1980)** aparece en escena con:

- **La concepción constructivista del aprendizaje**. El aprendizaje según Piaget difiere marcadamente del significado que hasta mediados de siglo se tenía de este concepto. Tradicionalmente se definió "aprendizaje" como un cambio en la conducta producido por las experiencias del sujeto. Esta definición, según Piaget, convierte al educando en un simple receptor, más o menos pasivo, de lo que sucede a su alrededor. Piaget invierte los términos de la definición y habla de aprendizaje como la *modificación de la experiencia por efecto*

ISBN 978-987-47159-9-9

del comportamiento, es decir que, el tipo de acción que el hombre desarrolla sobre el medio, determina la índole de su experiencia.

- **Estadios producto de desarrollo genético.** Existen cuatro etapas razonablemente definidas en el desarrollo cognoscitivo, con una determinada secuencia, un rango de edades y características principales trataremos de sintetizar a continuación: a. Período sensoriomotriz; b. Período preoperacional; c. Período operacional concreto; d. Período de las operaciones formales.
- **Aprendizaje por descubrimiento.** Para Piaget, cualquier estrategia de enseñanza debe implicar de un modo activo al que aprende, que pasa de ser simple espectador a investigador o agente. Esta investigación a la que hacemos alusión debe estar bien diferenciada de la investigación que llevan a cabo los científicos. Cabe aclarar que la mal llamada "teoría de aprendizaje" de Piaget, es en realidad un "programa de investigación" cuyo objetivo es estudiar los “mecanismos por los cuales el hombre produce el conocimiento” y no los “mecanismos del aprendizaje de los contenidos disciplinares ya producidos”, es decir, del aprendizaje escolar. Poblar los laboratorios para llevar a cabo el “Aprendizaje por descubrimiento”, resultó el motor de lo que se denominó el “Equipamiento de bajo costo”. Un ejemplo el **Plan Piloto Unesco (1970),** llevado a cabo entre Brasil y Argentina.

La integración de disciplinas (Física, Química, Biología) ocupa un lugar importante en este recorrido. Sin embargo y como en otros asuntos, todos estuvimos de acuerdo en que es la manera que presenta la naturaleza los problemas, pero resultó difícil llevarlo a la práctica.

En un intento de aprovechar el uso de planificaciones para organizar las prácticas docentes, se propuso el “Planteo de objetivos”. Esta propuesta de **Benjamín Bloom (1913-1999),** dominó la escena educativa en la década del 70.

En su obra **Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo, David Ausubel (1918-2008)** plantea, *"Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un sólo principio, enunciaría este: El factor particular que más influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. AVERIGÜESE ÉSTO Y ENSÉÑESE TOMÁNDOLO EN CUENTA"*. Su teoría pone énfasis en la potencia del “aprendizaje significativo”, en contraste con el aprendizaje por repetición y describe con claridad el papel que juegan los conocimientos previos en la adquisición de nuevos conocimientos.

Un aprendizaje significativo se da cuando la nueva información se pone en relación con conceptos ya existentes en la mente del alumno, en su estructura cognoscitiva. Estos conceptos pueden ser relevados de la estructura de conocimiento, con mapas conceptuales (**Joseph Novak (1932-2023)**). Cuando se llevó a cabo este relevamiento, aparecieron los “preconceptos” erróneos o ideas falsas, que en su mayoría no acuerdan con lo que establece la Ciencia y, que resultan similares a algunas ideas del hombre de Ciencia en la antigüedad, por ejemplo, el pensamiento Aristotélico. También se llevó a cabo un Revisionismo de la Visión de Ciencia de docentes y estudiantes, con sorpresas acerca de cómo se concibe el trabajo del hombre de Ciencia.

Bob Gowin (1926 - …) expresa, "El proceso de investigación puede ser visto como una estructura de significados. Los elementos de esa estructura son acontecimientos, hechos y conceptos. Lo que la investigación hace a través de sus acciones es establecer conexiones específicas entre un acontecimiento dado, los registros hechos de ese acontecimiento, los juicios derivados de esos registros, los conceptos que focalizan regularidades en los acontecimientos y los sistemas utilizados para interpretar esos juicios a fin de llegar a la explicación del acontecimiento. Crear esa estructura de significados en una investigación, es hacer una investigación coherente."

Lev Vygotsky (1896-1934), opera sobre la zona de desarrollo próximo y le da un carácter fuertemente social a la enseñanza de las ciencias. El trabajo cooperativo y la Teoría del aprendizaje socio cultural, son trabajadas por este autor.

La Teoría Humanista, centra el Aprendizaje en el interés del alumno por aprender. **Carl Rogers (1902--1987).** Su consideración máxima ocurrió hacia las décadas del 70 y del 80. La visión que lleva a Rogers a elaborar los inicios de esta teoría es la siguiente: *"en la actualidad, la educación enfrenta terribles desafíos, diferentes, pero más graves que los de otra época. En mi opinión, el hecho de que la educación los venza revelará su futuro.* En su teoría divide el aprendizaje en dos grandes categorías: en una de ellas, se encuentra el aprendizaje de sílabas sin sentido, mediante el cual lo que se aprende (aprendizaje mental) con mucho esfuerzo difícilmente es retenido; y en la otra el aprendizaje (aprendizaje corporal) que ocurre cuando los alumnos estudian situaciones

que poseen significado personal, y que se identifican con sus intereses. En las dos décadas de este mileno, la teoría humanista se mimetiza con le teoría que trata "la Educación del ser emocional".

Las TIC, tanto por su efecto comunicacional cómo por su aporte en el desarrollo de tecnología, nos llama la atención con su presencia hacia fines del siglo pasado, y refuerza su presencia día a día, reapareciendo con intensidad, con la problemática de la Inteligencia Artificial.

Ya en este siglo, "El Aprendizaje para la Comprensión" da sus primeros pasos, aunque es débil su presencia y efímera su permanencia entre las metodologías de Enseñanza de las Ciencias utilizadas. No ocurre lo mismo para la "Formación en Competencias" (**Universidad de Bologna**), que encuentra tierra fértil especialmente en carreras con propósitos aplicados (ingenierías, medicina, derecho) dónde hoy es ampliamente utilizada.

Las investigaciones sobre las características o categorías posibles de problemas, y el estudio de cómo afecta en la Enseñanza de las Ciencias el trabajo en el aula con problemas, comienza hacia fines del siglo XX y cobra fuerza en las primeras dos décadas, de este siglo. Los problemas que traten situaciones del contexto del alumno, son los que mejores resultados logran en el proceso de Enseñanza y de Aprendizaje. El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Situaciones Problemáticas (ABSP), exhiben excelentes resultados en el ámbito de Educación Científica. Entre otras mejoras, logra incrementar la motivación en los estudiantes.

Finalmente, la Inteligencia Artificial y más y más TIC, es la escena más repetida en estos tiempos.

4. CONCLUSIONES

Han transcurrido 70 años desde que el ingreso masivo conmovió al Sistema Educativo en general y al subsistema de Educación Científica en particular, y aún no hemos resuelto el problema de cómo educar en Ciencias a esa masa que espera respuesta. Revisamos varias Teorías de Aprendizaje, utilizamos distintas herramientas, utilizamos tecnología de punta para poblar los laboratorios de Enseñanza de las Ciencias, alentamos la formación de postgrado y, aun así, los resultados no son lo esperados. Algo no anda bien y no es menor.

¿Cómo se diseña la práctica docente para el alumno masivo? ¿Cuáles son las herramientas que tiene el docente para operar sobre la práctica docente? ¿Cómo se consideran en la propuesta educativa los intereses de los alumnos? ¿Qué valor tiene para la práctica docente el sentido que la sociedad otorga a la educación y al conocimiento? ¿Cómo influye en el alumno la consideración social de la educación y del conocimiento? Hay más preguntas por hacer, pero nos parece que en las pocas que formulamos se vislumbra que tenemos que barajar y dar de nuevo. Tenemos, al decir de Freire y Faundez (2013), que cambiar la pedagogía actual, por una pedagogía de la pregunta, es decir *"debemos responder las preguntas de nuestros alumnos y no nuestras preguntas"*.

La práctica docente debe diseñarse para que tenga "sentido" para el alumno. Debiéramos vincular las Ciencias con el Deporte, con la Geografía, con la Historia, con la Medicina, con las Artes, con la Música, con la Lengua y con la Literatura, con la Matemática, con el Mundo Natural, con el Mundo Artificial, y en definitiva, con todos los ámbitos en los cuales la disciplina está presente. Claro, sería otra Ciencia. Una Ciencia que sorprenda al alumno, que despierte su curiosidad, que le permita explicar fenómenos presentes en su cotidianeidad, y que esté ligada a su entorno y al de la sociedad. No es fácil, pero es un sueño posible. Así todos podremos explicarnos porqué la luna gira alrededor de la tierra si un motor que la empuje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boido, G. (1985). Historia de la ciencia y vida de la ciencia. *Revista de Enseñanza de la Física. 1*(1), 19-25.

Boido, G. (1993). La reconstrucción de experimentos en la historia de la ciencia: Galileo en debate. *Revista de Enseñanza de la Física. 6*(1), 66-72.

Boido, G. (1996). *Noticias del Planeta Tierra.* Editorial A-Z. Buenos Aires. Argentina.

Casassus, j., (2015). *La Educación del ser Emocional.* Editorial Índigo/Cuarto Propio. Chile.

Castorina, J., (2007). *Cultura y conocimientos sociales.* Editorial AIQUE. Buenos Aires.

Freire, P y Faundez, A., 2013. *Por una pedagogía de la pregunta*. Editorial Siglo XXI. ISBN 978-987-629-327-3. Buenos Aires. Argentina. Páginas: 221.

Galeano, E., (2005). *Las venas abiertas de América Latina*. Nueva sociedad, 8-9, 182-184. Cervera, V. (y otros).

Cyrulies, E.; Pérez. S. y Petrucci, D., (2014). Análisis de informes de laboratorio en el ingreso universitario. *Revista de Enseñanza de la Física.* 26(Nº Extra 2014), 97-107.

Klimovsky, G. (1994). *Las desventuras del conocimiento científico*. Editorial A-Z. Capital Federal, Argentina.

Mark, J. J. (2023, abril 3). *Platón*. World History Encyclopedia. https://www.worldhistory.org/trans/es/1-349/platon/

Menéndez, (2017). *Mejorando la Enseñanza de la Física. Los aportes Históricos y Epistemológicos.* Editorial Autores de Argentina. Argentina.

Pigna, F., (2013). *Liberalismo político y liberalismo económico.* Ed. "El Historiador". ISSN 1851-5843.

Pozo, J. y Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia.* Madrid: Ed. Morata.

Roble, M. y Chiabrando, L., (2008). Ideas acerca de la conservación. Un estudio exploratorio. *Memorias de SIEF 9.* pp. 1-11.

Wikipedia. (2024a). *Aristóteles*. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/ Aristóteles

Wikipedia. (2024b). *Método socrático*. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/ Método_socrático

Video **Enlace de acceso a la grabación de la videoconferencia de la MESA REDONDA**
https://drive.google.com/file/d/17aYDVnIHuyYUof_Kq7Km-YI5kr40rHif/view?usp=sharing

ISBN 978-987-47159-9-9



ISBN 978-987-47159-9-9

INDICE DE CURSOS – TALLER DICTADOS

CURSOS – TALLER SINCRÓNICOS

Código	Curso – Taller	Dictante/s	Página
CT.01	CUESTIONARSE SOBRE QUÉ ES LA CIENCIA PARA REFLEXIONAR SOBRE QUÉ QUÍMICA PODRÍA ENSEÑARSE	Dra. Lydia R. Galagovsky	822
CT.02	MODELADO MOLECULAR PARA LA ENSEÑANZA EN QUÍMICA	Mg. Juan Pablo Sánchez Dr. Gustavo Belletti	824
CT.03	EL GRÁFICO CARTESIANO COMO DISPOSITIVO DE ENSEÑANZA Y DE EVALUACIÓN EN QUÍMICA	Dr. Eduardo Néstor Cozza	826
CT.04	DENSIDAD Y CONCENTRACIÓN DOS RAZONES PARA RAZONAR. SU ENSEÑANZA EN LA UNIVERSIDAD.	Dr. Andrés Raviolo	829
CT.05	REFLEXIONES ACERCA DE LAS PRÁCTICAS DE EVALUACIÓN ASOCIADAS AL APRENDIZAJE DE HABILIDADES CIENTÍFICAS.	Dra. Cristina Iturralde, Mg. Irupé Falabella Mg. Ana Fuhr Stoessel	830
CT.06	ENSEÑAR A INVESTIGAR EN QUÍMICA	Dra. Melisa Bertero	832
CT.07	QUÍMICA VERDE. ENFOQUE SISTÉMICO Y APRENDIZAJE PARTICIPATIVO	Mg. Pino Ana Laura	834
CT.08	USO DEL *OUTLINE* EN LA ESCRITURA DE TRABAJOS CIENTÍFICOS	Dr. Pablo M. Arnal	836
CT.09	QUÍMICA CON PROPÓSITO CIUDADANO	Dra. Andrea S. Farré y Prof. Patricia Carabelli	837
CT.10	INNOVAR LOS DISEÑOS CURRICULARES DE LOS PROFESORADOS PARA RENOVAR LA ENSEÑANZA DE LAS QUÍMICA	Dr. Guillermo Cutrera, Prof. Alejandra Defago Dr. Raúl E. Ithuralde	839
CT.11	ELABORACIÓN DE REPELENTES NATURALES: ALTERATIVA SUSTENTABLE A LOS INSECTICIDAS	Prof. Luciana D. Aldana	841
CT.13	AUMENTANDO LA QUÍMICA: CREACIÓN DE EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE INMERSIVAS PARA EL ESTUDIO DE GEOMETRÍAS MOLECULARES MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA	Lic. Nicolás Borassi	843

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER ASINCRÓNICO

Código	Curso – Taller	Dictante/s	Página
CT.12	PALABRAS INCLUSIVAS. DESCRIPCIÓN DE IMÁGENES Y CONSTRUCCIÓN DE TEXTOS ALTERNATIVOS	Lic. Sebastián Dop Lic. Greta Masini	845

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.01

CUESTIONARSE SOBRE QUÉ ES LA CIENCIA PARA REFLEXIONAR SOBRE QUÉ QUÍMICA PODRÍA ENSEÑARSE

Dictante: Dra. Lydia R. Galagovsky

Profesora Consulta. Instituto Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CeFIEC). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (FCEyN-UBA), Buenos Aires, Argentina.
lydia.galagovsky@gmail.com

Resumen

El taller incluye tres puntos principales: por un lado, un breve relevamiento sobre la percepción social de la ciencia. Por otro lado, se abordará un replanteo de elementos críticos para el debate entre Ciencia y Pseudociencia; entre Religión, Mística, Pensamiento Racional y Comprobación Experimental. Finalmente, se analizarán algunas consecuencias epistemológicas y educativas sobre los lineamientos esbozados, de tal forma de pensar posibles nuevos encuadres para la enseñanza de la química escolar.

Palabras clave: *ciencia, pseudociencia, mente, dualidad onda-materia, meditación.*

INTRODUCCIÓN

En décadas pasadas se esperaba que mejoras en la ciencia escolar produjeran una alfabetización científica adecuada. Sin embargo, los indicadores muestran una baja motivación de los estudiantes hacia las ciencias naturales –particularmente hacia la química–así como evidencias sobre qué parte de la sociedad pone en duda preceptos científicos e, incluso, se inclina en gran proporción, a aceptar creencias pseudocientíficas.

Este taller presenta discusiones e implicancias que sostienen la importancia de reconocer que los seres humanos somos más que materia, que la mente es más que el mero cerebro, que los aprendizajes están sustentados en pensamientos y no sólo en información externa, y que la ciencia está sustentada y avanza tanto en creencias e imaginación como en pruebas objetivables.

Se plantearán ejemplos concretos para discutir posibles implicancias sobre la dualidad ciencia-pseudociencia, que conlleven a sustentar la enseñanza de las ciencias y, en especial, el rol de la química y su enseñanza.

OBJETIVOS

En el taller se trabajará sobre los siguientes objetivos:

a) Analizar características distintivas o similares entre ciencia y pseudociencia.
b) Discutir la noción de “realidad” que estudia la ciencia.
c) Analizar la tirantez entre mente intuitiva y comprobación experimental
d) Discutir variables entre la química como “verdad”, como desarrollo individual o como aplicación colectiva, y sus impactos en la enseñanza.

METODOLOGÍA

En el taller se presentarán momentos de participación individual, en subgrupos y en puestas en común colectivas. A partir de las ideas de los participantes se generarán necesarias reflexiones, mediante la presentación de material informativo cuestionador, con inclusión de videos y abundante material publicado.

DESARROLLO

Si bien hay un complejo entramado filosófico para definir ciencia, Hansson (2021) señala que también hay dificultades para dar una definición de pseudociencia, excepto que siempre tiene una clara connotación despectiva, en contraposición con el concepto de ciencia. Pareciera generalizable definir a la ciencia como “la verdad” y a la pseudociencia como “la mentira”; aunque verdad es un concepto caleidoscópicamente cambiante,

pues depende de la configuración que le den su operador y su observador (Cárcova, 2011). La poderosa, potente y creativa mente humana combina aspectos racionales e intuitivos, tanto para la ciencia como para la pseudociencia. Hansson (2021) señala que no sería posible definir la pseudociencia como una generalidad. Numbers y Kampourakis (2015) analizaron casos bajo el microscopio de la historia de la ciencia y discutieron críticamente ideas tales como: a) que la religión impidió la ciencia; b) que los científicos típicamente se adhieren a un método científico; y, c) que se pueda trazar una clara línea entre la ciencia legítima y la pseudociencia.

El Dr. Richard Feynman –Premio Nobel de Física 1965– señaló que "*No importa cuán bonita sea una teoría, ni cuán inteligente fue quien la creó, ni cómo se llamaba. Si no está de acuerdo con los experimentos, es incorrecta*" (Agulló, 2020). Esta aseveración es ampliamente aceptada por la comunidad tanto de científicos como de educadores de la ciencia. Sin embargo, particularmente dos casos de la física: la Teoría del Big Bang y la Teoría de las Cuerdas, tienen sustento en antiguas teorías cosmológicas, propuestas hace más de 2000 años, sin las bases de desarrollos teórico-matemático y de las evidencias actuales. Cabe preguntarse, por lo tanto, cómo habrían surgido ideas similares sin el contexto de la experimentación.

Validar exclusivamente un concepto de ciencia donde el experimento es más importante que la imaginación, sería reduccionista. Esta imagen de ciencia se deriva con una visión didáctica también reduccionista, que es la línea de investigación sobre cómo hacer "buenas preguntas", donde se considera que éstas solo serían aquellas "investigables" mediante un diseño experimental -con blanco, testigo, muestra y validación exclusivamente estadística (Edelsztein, Galagovsky, 2021).

La ciencia y sus metodologías son concebidas por cualidades de la mente humana. Los mecanismos cognitivos, emocionales, intuitivos y racionales que sostienen las cualidades de la mente humana, son mayoritariamente desconocidos. Afortunadamente hay ramas de las ciencias cognitivas que están abordando investigaciones sobre relaciones entre cuerpo, mente, conciencias y meditación (Castellanos, 2019; Sans Segarra, 2024). Estas nuevas perspectivas científicas dan apertura a ciertos enfoques reduccionistas cristalizados durante los últimos 300 años, reforzados por los inmensos desarrollos tecnológicos que de ellos se derivaron.

Se espera que se comprendan posibles beneficios de alejarnos del cientificismo extremo y que aceptar una concepción más amplia y rica sobre el significado de qué es ciencia. Naturalmente, si ampliamos nuestra visión sobre qué es ciencia, enriqueceremos nuestra visión sobre la ciencia escolar y sobre nuestra misión de educar.

Finalmente, con la inclusión de ejemplos básicos sobre el desarrollo de la química y su aplicación (Galagovsky, 2011) podrá reflexionarse sobre alternativas para repensar su enseñanza escolar.

DURACIÓN DEL ENCUENTRO: 2 horas reloj sincrónicas.

EVALUACIÓN: Debate participativo y entrega de apreciaciones vía Moodle.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Hansson, S. O. (2021). *Science and Pseudo-Science*. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Edward N. Zalta (ed.). Recuperado en agosto de 2024 de: https://plato.stanford.edu/entries/pseudo-science/#SciePseu

Cárcova, C. (2011). La deriva de la verdad. Capítulo 5 en *Didáctica de las Ciencias Naturales. El caso de los modelos científicos*. Editorial Lugar. Argentina.

Numbers, R. & Kampourakis, K. (Edit.) (2015). *Newton's Apple and Other Myths about Science*. Harvard University Press.

Agulló, I. (2020) *Más allá del Big Bang: Un breve recorrido por la historia del universo*. Editorial Debate. España.

Edelsztein, V; Galagovsky, L (2021). Identificar y responder preguntas resolubles mediante un diseño experimental: una experiencia con docentes de escuela primaria. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 27, e21037, 2021 https://doi.org/10.1590/1516-731320210037

Castellanos, N. (2019). Postura y cerebro, Chikung. Conferencia. Recuperado en agosto de 2024 de https://www.youtube.com/watch?v=zWhG1cBQGHY&t=81s. Más videos en @nazarethcastellanos548

Sans Segarra, M. (2024). Ver @drmanuelsanssegarra

Galagovsky, L (Coordinadora) (2011) *Química y Civilización*, Editorial Asociación Química Argentina. Libros del Centenario. https://aqa.org.ar/images/quimica-y-civilizacion.pdf

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.02

MODELADO MOLECULAR PARA LA ENSEÑANZA EN QUÍMICA

Dictantes: Mg. Juan Pablo Sánchez y Dr. Gustavo Belletti

Facultad de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral - Instituto de Química Aplicada del Litoral (IQAL) – CONICET/UNL - Santiago del Estero 2829, Santa Fe, Argentina.
jpsanchez@fiq.unl.edu.ar, gbelletti@fiq.unl.edu.ar

OBJETIVOS

El curso-taller tiene como objetivo acercar a docentes algunas herramientas de modelado molecular de diferentes niveles de complejidad para que puedan incorporarlas en el dictado de sus clases o en la elaboración de material didáctico.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

El curso-taller consistirá principalmente en una clase ilustrando las diferentes herramientas que se presentan. Se dará espacio para prueba de distintos sistemas químicos para visualizarlos. Y finalmente un espacio para dudas, sugerencias e intercambios para ideas de aplicaciones en clases.

Los recursos utilizados son (por orden de complejidad):

1. Otterbein University Simmetry Gallery: galería de moléculas y figuras geométricas preconstruidas con incorporación de elementos de simetría.
2. webMO demo server: webMO es una interfaz para la visualización de moléculas y orbitales, los desarrolladores dan la oportunidad de utilizar un servidor de demostración que permite hacer cálculos pequeños de manera muy accesible.
3. Avogadro: programa para dibujo de moléculas y animaciones con algunas herramientas adicionales
4. Gabedit: interfaz para cálculos de química computacional, permite dibujar y representar resultados de una variedad de programas de cálculo.
5. VMD: programa principalmente para la visualización de moléculas, con especial foco en biomoléculas o sistemas de muchos átomos.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN: Se dejará disponible por un período de tiempo estipulado con los asistentes al taller un cuestionario online a través de Google Forms con motivo de certificar la participación.

DURACIÓN Y MODALIDAD: 1 hora y media, sincrónico

DESTINATARIOS: Docentes de nivel secundario, terciario y universitario. Pueden ser docentes de química o afines.

RECURSOS Y MATERIALES NECESARIOS

Conexión a internet para la utilización de los programas online.

Los asistentes podrán, opcionalmente, instalarse los programas sugeridos si desean probarlos mientras se realiza el taller, no son requisito para el taller. Los programas que se pueden instalar son: Avogadro, Gabedit o VMD. Para la instalación se proporcionan las páginas oficiales:

Avogadro: https://avogadro.cc/

Gabedit: https://gabedit.sourceforge.net/

VMD: https://www.ks.uiuc.edu/Research/vmd/ (es necesario hacerse una cuenta)

Todos permiten instalación en Windows, Linux y MacOS

ISBN 978-987-47159-9-9

Durante el taller y posterior al taller se dejarán disponibles algunos archivos para pruebas y visualización.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Allouche, A.-R. (2011). Gabedit—A graphical user interface for computational chemistry softwares. *Journal of Computational Chemistry, 32*(1), 174-182. https://doi.org/10.1002/jcc.21600

Andres, J. y Beltrán, J. (2000). *Química teórica y computacional*. Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions.

Hanwell, M. D., Curtis, D. E., Lonie, D. C., Vandermeersch, T., Zurek, E. y Hutchison, G. R. (2012). Avogadro: An advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. *Journal of Cheminformatics, 4*(17), 1-17. https://doi.org/10.1186/1758-2946-4-17

Humphrey, W., Dalke, A. y Schulten, K. (1996). VMD - Visual molecular dynamics. *Journal of Molecular Graphics*, *14*, 33-38. https://doi.org/10.1016/0263-7855(96)00018-5

Rosi, P. (2010). *Introducción a la representación molecular* (1.ª ed.). Ministerio de Educación de la Nación, Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.03

EL GRÁFICO CARTESIANO COMO DISPOSITIVO DE ENSEÑANZA Y DE EVALUACIÓN EN QUÍMICA

DICTANTE: **Dr. Eduardo Néstor Cozza Buccaro**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Medrano 951 – Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) – Argentina
ecozza@frba.utn.edu.ar

FUNDAMENTACIÓN

El uso de gráficos cartesianos en la enseñanza tiene múltiples antecedentes (Brand, 2008; DCES, 2015; Yandar Cumbal, 2021), reconociéndose grandes ventajas para la enseñanza (Artola, Mayoral, Benarroch, 2016; Gómez Llombart, Gaviria Catalán, 2015; Idoyaga, 2019). Sin embargo, el uso de los mismos, así como de las prácticas de interpretación y predicción, no tienen alta frecuencia entre los docentes (García García, 2005; García García, Perales Palacios, 2007).

CONTENIDOS A TRABAJAR

Gráficos cartesianos: lectura, significados, validez y extrapolaciones. El uso del gráfico cartesiano como elemento para consolidar conceptos: ejemplos sobre equilibrio químico (ácido-base, solubilidad-precipitación, redox), termodinámica química y soluciones. El uso del gráfico en la evaluación. Etapas para la programación del uso de gráficos. Armado de un proyecto personal con el uso de gráficos cartesianos.

1.- Reflexionar acerca del uso de gráficos cartesianos
2.- Tomar posición acerca de las fortalezas del uso de esos gráficos en la enseñanza y la evaluación
3.- Conocer ejemplos del uso de gráficos cartesianos en química
4.- Realizar una experiencia con el uso de gráficos cartesianos

METODOLOGÍA DE TRABAJO

La modalidad del Curso-Taller consiste en compartir entre todos los docentes las características del uso de los gráficos, analizar conjuntamente los ejemplos que se expongan, compartir experiencia y opiniones, y motivar el mayor uso de los gráficos cartesianos. Para ello se seguirán los siguientes pasos:

a.- Presentación del tema y los objetivos
b.- Reflexión acerca del uso, bondades y falencias en el uso de gráficos de cartesianos
c.- Presentación de ejemplos de uso de gráficos en el desarrollo de temas de química
d.- Búsqueda de datos en internet y su interpretación
e.- Análisis del proceso intelectual y cognitivo que involucra la interpretación y la predicción de un gráfico.
f.- Armado de un documento personal sobre el uso de gráficos cartesianos para un tema a elección

DURACIÓN: 90 min

DESTINATARIOS: Docentes de nivel secundario y superior

RECURSOS Y MATERIALES

Los asistentes necesitarán Computadora, Acceso a internet, papel y lápiz.

Además, se les hará llegar a los participantes el material utilizado durante el Curso-Taller.

ISBN 978-987-47159-9-9

TRABAJO PRÁCTICO

Armado de un proyecto personal con el uso de gráficos cartesianos

Este curso-taller propone la producción de una propuesta de uso de gráficos cartesianos para desarrollar, y/o profundizar y/o evaluar los conocimientos sobre un tema de química, a elección. Dado que un objetivo es incentivar el mayor uso de gráficos con los tres fines recién expuestos, se alienta la elección de un tema que habitualmente se trate en las clases.

Por ello, se solicita que, en la medida de lo posible, se concurra al curso-taller con un tema ya definido.

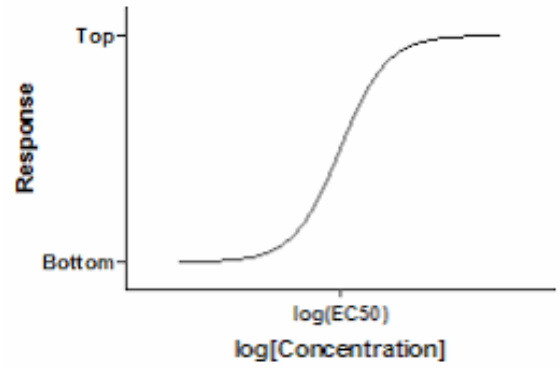
EJEMPLOS ILUSTRATIVOS

A continuación, se brindan ejemplos simples para ejemplificar el tipo de trabajo que se pretende realizar.

Ejemplo 1.- En lo referente al tema de Equilibrio Químico, se presenta la ecuación de disociación de un ácido débil, su Ka según la ley de acción de masas, y el gráfico "Ka vs Temperatura (T)" con pendiente positiva.
Del análisis de esos datos, se lleva a los alumnos a interpretar que al aumentar la Temperatura aumenta la disociación, por lo que la energía calórica, según Le Chatelier, actuaría "como si fuese" reactivo por lo que la disociación es endotérmica. (Del mismo modo, se puede proponer el gráfico "Ka vs T" con pendiente negativa para concluir que la disociación es exotérmica).
Luego se puede pedir la pendiente, positiva o negativa, del gráfico "pH vs T" según el caso de disociación endo- o exo-témica, resultando de pendiente negativa y positiva respectivamente
Un posible cierre de esta parte puede darse dando el gráfico "Kw vs T", deduciendo el de "pH vs T" y así razonando si al aumentar la Temperatura el pH del agua pura, neutra, es mayor o menor que 7.
Todo esto se puede relacionar, según la profundidad que se pretenda, con la ecuación de Van´t Hoff que es la que sustengta lo dicho antes.

Ejemplo 2.- En el desarrollo del tema de cromatografía, ejemplificando con CGL, y una vez desarrollados los conceptos de i.- hept en base a K_D, ii.- el efecto de los altos flujos sobre la menor interacción entre las fases móvil y fija y el analito, y iii.- el efecto de los bajos flujos sobre la mayor relevancia de la convección y difusión del analito, se puede pedir pensar el gráfico "hept vs flujo de la fase móvil" : A partir de este gráfico con forma de curva cóncava con mayores valores de la ordenada a altos y bajos valores de flujo, se podrá determinar el concepto de flujo óptimo y relacionarlo, según el tipo de curso, con la ecuación de relación entre hept y velocidad lineal de Van Deemter.

Ejemplo 3.- En la medición de Absorbancia (Abs) como método de análisis cuantitativo por medio de un equipo espectrofotométrico se presenta el gráfico "Abs vs [analito]" de la siguiente forma, y se analiza el mismo.



La observación de la casi nula variación de Abs con la concentración a bajos valores de ésta permite presentar el concepto de Límite de identificación de los métodos analíticos, y consecuentemente del de sensibilidad.
La zona lineal de la curva presentada, para concentraciones intermedias, permite establecer la linealidad de la Ley de Lambert-Beer.
La menor variación de la Abs a altas concentraciones lleva: i) a enunciar la limitación experimental de la medición de Abs (debida a cuestiones técnicas indicando que el máximo de los equipos espectrofotométricos es de Abs= 2), ii) a presentar las posibles desviaciones negativas de la Ley de Lambert-Beer (junto a las positivas menos comunes), y iii) a trabajar el concepto de la dualidad actividad-oncentración.
Luego de esto, se llevará al alumno a la recta de Lanbert-Beer sin las zonas curvas del gráfico aquí mostrado.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Artola, E., Mayoral, L. y Benarroch, A. (2016). Dificultades de aprendizaje de las representaciones gráficas cartesianas asociadas a biología de poblaciones en estudiantes de educación secundaria. Un estudio semiótico. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, **13**(1), 36–52. https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2951

Brand, JP (2008) Los gráficos en la enseñanza y en el aprendizaje: Taller para alumnos. Universidad Nacional de La Plata. Carrera de Especialización en Docencia Universitaria. https://core.ac.uk/download/pdf/296390387.pdf

Diseño Curricular para la Nueva Escuela Secundaria. Formación general del Ciclo Orientado del Bachillerato. Ciudad de Buenos Aires, agosto de 2015. https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/nes-co-formacion-general_w_0.pdf

García García, J. J. (2005). El uso y volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales. Enseñanza de las Ciencias, 23(2), 181–200. https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/22017

García García, J.J. y Perales Palacios, F.J. (2007). ¿Cómo usan los profesores de Química las representaciones gráficas cartesianas? REIFOP- *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado 10*(1), 1-15. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/ 10495/5289

Gómez Llombart, V. y Gaviria Catalán, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *12*(3), 441-455. https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2934

Idoyaga, I.J. (2019) Las representaciones gráficas en la enseñanza y el aprendizaje de la física en la universidad. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Departamento de Fisicomatemática- Tesis Doctoral https://repositoriouba.sisbi.uba.ar/gsdl/collect/posgraafa/index/assoc/HWA_6460.dir/6460.PDFhttps://repositoriouba.sisbi.uba.ar/gsdl/collect/posgraafa/index/assoc/HWA_6460.dir/6460.PDF

Yandar Cumbal, DA (2021) La importancia de los recursos gráficos en la educación Uderar - RUNIN-*Revista Universitaria de Informática – Informática, Educación y Pedagogía. 9* (12). https://revistas.udenar.edu.co/index.php/runin/article/view/7111

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.04

DENSIDAD Y CONCENTRACIÓN DOS RAZONES PARA RAZONAR. SU ENSEÑANZA EN LA UNIVERSIDAD.

DICTANTE: Dr. Andrés Raviolo

Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (LIDCIN), Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Bariloche, Argentina

araviolo@unrn.edu.ar

OBJETIVOS

Tomar conciencia de las dificultades que presentan las y los estudiantes con conceptos como densidad y concentración.

Discutir resultados de investigaciones didácticas sobre el aprendizaje y la enseñanza de estos conceptos.

Profundizar sobre el aprendizaje de propiedades intensivas y como éstas promueven razonamientos y representaciones.

METODOLOGÍA

Se entregarán algunos cuestionarios y situaciones para que los participantes resuelvan. Con modalidad de taller se discutirán las respuestas y se conceptualizará a la luz de resultados de investigación. Se brindarán estrategias didácticas para llevar al aula.

MODALIDAD/DURACIÓN: 1 encuentro asincrónico (2 horas) y 1 encuentro sincrónico (2 horas)

DESTINATARIOS: Docentes interesados. Docentes de primer año de universidad.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Raviolo, A. Carbelli, P. y Ekkert, T. (2022). Aprendizaje del concepto de densidad: la comprensión de las relaciones entre las variables. *Latin American Journal of Physics Education*, *16(*2), 2310-1-9.

Raviolo, Traiman Schroh y Farré, A. (2022). La comprensión de estudiantes de primer año de universidad del concepto de concentración expresada en gramos por litro. *Enseñanza de las Ciencias* (España), *40*(1), 143-159.

Raviolo, A. (2021). Visualización del concepto de concentración a través de un modelo analógico didáctico. *Educação Química en Punto de Vista* (Brasil), *5*(2), 1-19.

Raviolo, A. Farré, A. y Traiman Schroh, N. (2021). Students` understanding of molar concentration. *Chemistry Education: Research and Practice* (Royal of Chemical Society). *22*(2), 486-497.

Raviolo A. y Farré, A. (2020). Aprendizaje conceptual del tema concentración de disoluciones: análisis de imágenes de libros de texto universitario. *Educación Química* (México), *31*(3), 119-133.

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.05

REFLEXIONES ACERCA DE LAS PRÁCTICAS DE EVALUACIÓN ASOCIADAS AL APRENDIZAJE DE HABILIDADES CIENTÍFICAS.

Dictantes: Dra. Cristina Iturralde, Mg. Irupé Falabella y Mg. Ana Fuhr Stoessel

Departamento de Formación Docente. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Avda. Del Valle 737. Olavarría. Buenos Aires. Argentina
citurral@fio.unicen.edu.ar

FUNDAMENTACIÓN

La Evaluación como un proceso continuo conlleva recolección y análisis de información, que forma parte de los procesos de enseñanza y acompaña el proceso de aprendizaje de los/as estudiantes en relación a los objetivos y finalidades que se tienen previstos.

central y protagonista y al docente como un facilitador de las condiciones y oportunidades para que ello ocurra, la evaluación se entiende como reguladora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Es una concepción que va más allá de la acreditación. Se caracteriza por ser más inclusiva y por atender a la evolución de los aprendizajes (proceso), identificar necesidades y detectar dificultades para actuar en consecuencia, mejorando la práctica de enseñanza. Dicha mejora en la enseñanza requiere de la reorientación de las acciones pedagógicas para ayudar a los estudiantes a que reconozcan y superen sus dificultades. Implica además emitir un complejo juicio de valor con el objetivo de mejorar el aprendizaje y la enseñanza.

La acreditación, se la puede pensar como una faceta de la evaluación, de un carácter institucional - administrativo, esto es una función de certificación de conocimientos, capacidades y competencias de los/as estudiantes, y posee carácter público (Anijovich y Cappelletti, 2007).

A partir del taller se espera promover la reflexión sobre las prácticas de evaluación empleadas en para evaluar habilidades científicas, a la luz de marcos teóricos.

CONTENIDOS A TRABAJAR

Conceptualización de evaluación. Tipos de Evaluación: de diagnóstico, formativa y sumativa. Autoevaluación y coevaluación. Instrumentos de evaluación: diseño y resignificación. La evaluación de destrezas y/o habilidades. Estrategias de retroalimentación en la escritura académica.

OBJETIVOS

- Describir y analizar prácticas de evaluación implementadas en las asignaturas en las que se participa y sus fundamentos.
- Intercambiar y profundizar sobre perspectivas teóricas vigentes sobre evaluación de los aprendizajes.
- Orientar el diseño de instrumentos y estrategias de evaluación en el nivel superior.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se trabajará bajo la modalidad taller, analizando casos que surgen de los docentes asistentes. Habrá momentos de exposición dialogada con el gran grupo y de trabajo en pequeños grupos con consignas específicas.

MATERIAL NECESARIO

Se sugiere a los docentes participantes del taller tener disponible la planificación de la asignatura de la que forman parte.

ISBN 978-987-47159-9-9

DURACIÓN DEL ENCUENTRO SINCRÓNICO: 2 horas.

DESTINATARIOS: docentes de nivel secundario y superior (universitario y no universitario)

EVALUACIÓN: para aprobar el curso se solicita:

- participación activa en el taller, resolviendo las actividades que se propongan.
- Entrega en fecha a acordar (en lo posible una semana después de finalizado el taller) de la resolución de una de las consignas que se propongan en el desarrollo del taller. Para ello se empleará la actividad de Moodle "Tarea".

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Anijovich, R. 2017. La evaluación en la enseñanza superior. *Voces de la educación. 2* (1), 31-38

Falabella, I.; Fuhr Stoessel, A. e Iturralde, C. (2023). Reflexiones en torno a la idea de evaluación de un docente universitario. *VI Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. La Plata. Disponible en: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/175565/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Natale, L. (2018). Las devoluciones escritas del profesor universitario, Cap. 5 En Natale, L. y Stagnaro, D. (comp.) *La lectura y la escritura en las disciplinas. Lineamientos para su enseñanza*. (pp. 167-200). Edic UNGS.

Videos

Pablo Joaquín Bosco. (2015, December 10). *Daniel Feldman - Evaluación: ¿proceso o producto?* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=BlogO06A1QY

Luis Sánchez. (2014, December 8). *Evaluación formativa Rebeca Anijovich* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=ISpWzj8ZQqU

Programa Nacional2. (2018, February 14). *Criterios de Evaluación_ Anijovich_ Cappelletti* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=ahNhL0U6m6Q

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.06

ENSEÑAR A INVESTIGAR EN QUÍMICA

Dictante: Dra. Melisa Bertero

INCAPE (CONICET-UNL). Colectora Ruta Nacional 168 Km 0. Santa Fe (3000). Argentina
mbertero@fiq.unl.edu.ar

CONTENIDOS A TRABAJAR

- Introducción a la Investigación Científica en Química
- Formulación de Preguntas de Investigación
- Diseño de Experimentos en Química
- Metodología y Técnicas de Investigación
- Recolección y Análisis de Datos
- Interpretación de Resultados y Conclusiones

OBJETIVOS

Capacitar a los docentes para enseñar habilidades de investigación en química, fomentando la capacidad de los estudiantes para diseñar, ejecutar y analizar investigaciones científicas.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se realizará un intercambio con los/las docentes sobre la investigación científica en química que pueden planificarse y ejecutarse en el ámbito escolar. Se expondrán los principales lineamientos que otorgan rigurosidad a la investigación, y se plantearán estrategias para conducir a los estudiantes al planteo de un proyecto de investigación en química. Los participantes presentarán un esquema de proyecto de investigación que pretenden realizar con sus alumnos como condición para aprobar el curso (esta actividad se realizará con posterioridad a la finalización del congreso).

Este curso permitirá a los docentes adquirir una comprensión profunda de la investigación científica en química y desarrollar las habilidades necesarias para guiar a sus estudiantes en la realización de investigaciones científicas significativas.

DURACIÓN DEL ENCUENTRO SINCRÓNICO: 2 horas reloj

DESTINATARIOS: docentes de nivel secundario y terciario. Sin límite de inscriptos.

RECURSOS Y MATERIALES: PC con conexión a internet (con micrófono y cámara, de preferencia)

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Gellon, G., Rosenvasser Feher, E., Furman, M., & Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Paidós.

Gellon, G., Salomón, P., & Casarini, J. (2020). *La enseñanza basada en el fenómeno*. Fenomenautas. https://www.fenomenautas.org

Lo Curto, F.; Cugini, A.; Unsain, N. (2020). La escuela indaga: preguntones en acción: Enseñanza de las Ciencias Naturales Basada en la Indagación / coordinación general de Luciana Corigliano; Laura Pellizzari; Melina Storani; editado por Gonzalo Martín Gutiérrez; Micaela Pérez Rojas; Romina Clavero; ilustrado

por Victor Rodas. - 1a ed. - Córdoba: Unión de Educadores de la Provincia de Córdoba; Alaya Servicio Editorial. Disponible en: https://www.uepc.org.ar /media/news/archivo/2241-cuadernos-para-la-enseanza-la-escuela-indaga-naturales-1.pdf

Carbonelli, M., Esquivel, J. C., & Irrazábal, G. (2014). *Introducción al conocimiento científico y a la metodología de la investigación*. Universidad Nacional Arturo Jauretche.

ExpC. (2014). *Guía de ejercicios para el diseño experimental.* Asociación Civil Expedición Ciencia. https://expedicionciencia.org.ar/

Golombek, D. (Comp.). (2005). *Demoliendo papers: La trastienda de las publicaciones científicas (2da ed.).* Siglo XXI Editores Argentina.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2007). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). Mc Graw Hill Education.

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.07

QUÍMICA VERDE. ENFOQUE SISTÉMICO Y APRENDIZAJE PARTICIPATIVO

Dictante: Mg. Ana Laura Pino

Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral. Santiago del Estero 2829. 3000. Santa Fe, Argentina.
analaurapino@gmail.com

CONTENIDOS

Introducción a la Química verde. 12 Principios. Casos reales de aplicación como ejemplos. Introducción al pensamiento sistémico en relación a la química, con una mirada en las múltiples dimensiones de la sustentabilidad. Análisis y discusión de Caso de estudio para la construcción participativa de un gráfico sistémico.

FUNDAMENTACIÓN

La Química verde, también llamada Química sustentable, se fundamenta en la prevención de la contaminación, prevención de la generación de residuos y minimización de los riesgos a la salud socioambiental. Para lograrlo, se basa en la aplicación de sus 12 principios y propone un fuerte cambio de paradigma, de la remediación a la prevención.

Asimismo, y dado que la complejidad ambiental necesita ser estudiada de manera holística, participativa y con diálogo interdisciplinar, el enfoque sistémico, es la metodología adecuada para lograrlo.

Diez años de experiencia personal implementando esta metodología, para estudiantes de más de 10 carreras diferentes trabajando colaborativamente, y su reciente publicación en la Revista Educación Química, le dan soporte a esta propuesta.

OBJETIVOS

Los objetivos son que las y los participantes de este curso-taller:

- Conozcan la Química verde y sus 12 Principios
- Tomen conciencia de la importancia de la interdisciplinariedad y del trabajo en equipo para apuntar a la resolución de las complejas problemáticas ambientales actuales, a partir de un enfoque sistémico y de un aprendizaje participativo.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología de enseñanza-aprendizaje propuesta para este curso-taller se implementará en tres etapas: una inicial de desarrollo de los conceptos teóricos básicos relacionados a la Química verde y sus 12 principios, una segunda etapa de trabajo grupal y construcción colectiva de gráficos sistémicos, para finalizar con una puesta en común y la elaboración de conclusiones. El trabajo realizado se podrá acreditar con los gráficos sistémicos realizados, ya sea en formato papel, foto o envío de archivo digital.

MODALIDAD

Curso-Taller virtual sincrónico

ISBN 978-987-47159-9-9

DURACIÓN

1 hora 30 min

DESTINATARIOS

Docentes y estudiantes universitarios de carreras relacionadas a la química y la ingeniería, profesores de química y ciencias relacionadas a nivel secundario, público interesado en las problemáticas ambientales.

RECURSOS Y MATERIALES

Conexión a internet, cámara y micrófono, hojas de papel en blanco.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Anastas, P. and Warner, J. (1998). Green Chemistry – Theory and Practice. Oxford, England, *Oxford Press*.

Pino, A. L. (2020). *Química verde: enfoque sistémico*. Ediciones UNL. Disponible en: https://www.unl.edu.ar/editorial/index.php?act=showPublicacion&id=8496

Solón, P. (2017). *Alternativas sistémicas*. Disponible en: https://systemicalternatives.org/ category/espanol/

Sociedad Americana de Química ACS. 12 Principles of Green Chemistry. Disponible en https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/what-is-greenchemistry/principles/12-principles-of-green-chemistry.html

Pino, A. L. (2024). Evaluación de una metodología de enseñanza-aprendizaje en Química verde. *Educación Química*, *35*(3), 60-72. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.3.87434

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.08

USO DEL OUTLINE EN LA ESCRITURA DE TRABAJOS CIENTÍFICOS

Dictante: Dr. Pablo M. Arnal

Cátedra de Métodos Ópticos de Análisis, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Calle 47 y 115, La Plata, Buenos Aires, Argentina, y CETMIC, Camino Centenario y 506, La Plata, Buenos Aires, Argentina. pmarnal@gmail.com

DETALLES CONTENIDOS A TRABAJAR, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

¿Sabías que el *outline* es una herramienta que puede facilitar la escritura de un trabajo de investigación de grado o postgrado? Los estudiantes de química en grado enfrentan un desafío importante cuando deben escribir su tesis, tesina o trabajo final de carrera. También se enfrentan con un obstáculo quienes deben preparar su primer poster para algún evento académico. El mismo desafío enfrentan quienes en grado o postgrado deben escribir un artículo científico Una posible causa de este desafío es la falta de experiencia sólida en la comunicación escrita de ideas complejas como un trabajo científico Este taller plantea que construir un *outline* (*i.e.*, esquema, guion) es una herramienta valiosa en la escritura de trabajos científicos (*e.g.*, una tesina o tesis de grado, póster, artículo científico). Un trabajo científico, cómo pertenece a algún género de comunicación escrita, debe satisfacer un conjunto de expectativas implícitas en el género de comunicación elegido (Robinson & Stoller, 2008). Además, como es un proceso complejo, la escritura puede desarrollarse con diversas estrategias que pueden incluir la construcción de un *outline (UMGC Effective Writing Center, 2024)*. Previo al taller, los participantes deberán realizar algunas actividades (ver videos, leer textos) que estarán disponibles en Moodle.

Durante el taller, los participantes trabajarán con la guía del docente en línea y con Moodle. Una vez finalizada la actividad sincrónica, los participantes deberán realizar un trabajo y entregarlo vía Moodle hasta una semana después. La aprobación de este trabajo acreditará la realización del taller.

DURACIÓN DEL ENCUENTRO SINCRÓNICO (mínimo 1 hora, máximo 2 horas)

El taller tendrá tres bloques de trabajo de 30 min entre los cuales habrá breves pausas.

Bloque 1: Un trabajo científico pertenece a algún género de comunicación

Bloque 2: La construcción de un outline facilita la escritura.

Bloque 3: Ejemplo de construcción de un outline para un artículo científico.

DESTINATARIOS: Estudiantes de grado avanzados y estudiantes de postgrado de química y carreras

RECURSOS Y MATERIALES QUE DEBERÍA DISPONER QUIEN OPTE POR EL CURSO-TALLER

• Computadora (preferentemente no teléfono) con conexión a internet para poder ver y participar del taller con cámara encendida.
• (Opcional:) un trabajo científico escrito (*e.g.*, tesis de grado, artículo científico) que tengan que escribir a futuro o con el cual tengan dificultades para escribir).

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Robinson, M. S., & Stoller, F. L. (2008). *Write like a chemist*. Oxford University Press. UMGC Effective Writing Center. (2024). *Narration: Writing to Reflect*. University of Maryland Global Campus. https://www.umgc.edu/current-students/learningresources/writing-center/writing-resources/writing/narration-writing-to-reflect

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.09

QUÍMICA CON PROPÓSITO CIUDADANO

Dictantes: Dra. Andrea S. Farré y Prof. Patricia Carabelli

Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Tacuarí 150, Bariloche, Río Negro, Argentina

asfarre@unrn.edu.ar

Resumen

El propósito del taller es reflexionar sobre la dimensión ideológica de la enseñanza de las ciencias: la relación que existe entre la finalidad de la enseñanza y la construcción de ciudadanía, con las actividades que se plantean o pueden plantearse en su enseñanza.

CONTENIDOS

Categorías de la alfabetización científica. Dimensiones de la ciudadanía. Justicia curricular. Trabajo de problemáticas complejas e integradas. Análisis de secuencias didácticas. Reflexión sobre las temáticas desde los aportes de marcos teóricos.

OBJETIVOS

- Analizar secuencias didácticas planificadas para la enseñanza de la química en cuanto a la dimensión ideológica de las mismas, específicamente a lo que propone como construcción de ciudadanía.
- Relacionar las finalidades de la educación con las actividades que se planifican.

METODOLOGÍA

Atendiendo a la modalidad de trabajo en taller, la propuesta se centra en el trabajo activo de las y los participantes y la reflexión sobre el trabajo realizado. En la primera hora del taller, a partir de la presentación de secuencias didácticas publicadas en revistas y libros del área de la enseñanza de las ciencias y modificadas específicamente para este taller, se guiará a los y las asistentes en su análisis utilizando preguntas que al mismo tiempo promuevan la reflexión. Para esto se crearán grupos en distintas salas para que cada uno trabaje con una secuencia. En la segunda hora habrá una puesta en común para socializar y reflexionar acerca de lo trabajado y por último se enriquecerá la discusión a partir de marcos teóricos propuestos por las docentes del taller, alentando a continuar la reflexión.

EVALUACIÓN

En la evaluación del taller se tendrá en cuenta el enriquecimiento de los análisis realizados a partir de los marcos teóricos presentados.

ENCUENTRO SINCRÓNICO: 2 horas reloj

DESTINATARIOS: Docentes de nivel medio y terciario, estudiantes de nivel terciario y universitario.

RECURSOS Y MATERIALES

Las personas que se inscriban necesitarán acceso a internet para el encuentro sincrónico, el material bibliográfico y de trabajo será entregado digitalmente por parte de las docentes.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Bermudez, G. M. A., García, L. P. y Cisnero, K. G. (2020). Didáctica de las ciencias para una ciudadanía crítica. Reflexiones y prácticas contextualizadas para problemáticas de ambiente y salud. *EnsaioPesquisa Em Educação Em Ciências (belo Horizonte), 2*2, e16190. https://doi.org/10.1590/21172020210132

Chamizo, J. A., y Pérez, Y. (2017). Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Iberoamericana De Educación, 74*(1), 23-40. https://doi.org/10.35362/rie741624

Crescimbeni, C. (2015). Educación y ciudadanía en el siglo XXI, *Revista SAAP, 9* (2), 267-291. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-19702015000200002&lng=es&tlng=es.

Connell, R. W. (2009). La justicia curricular. *Laboratorio de Políticas Públicas, 6*(27), 1-10. https://biblioteca.clacso.edu.ar/Argentina/lpp/20100324023229/10.pdf

Fourez, G. y May, Ph. (1997) Percibir la dimensión ideológica de la enseñanza de las ciencias. En G. Fourez y col., *Alfabetización científica y tecnológica* (cap. 10). Colihue.

González-García, F. J., Blanco-López, Á., España-Ramos, E., y Franco-Mariscal, A. J. (2021). The nature of science and citizenship: A Delphi analysis. *Research in Science Education, 51*,791-818. https://doi.org/10.1007/s11165-018-9817-5

Howell, E. L. y Brossard, D. (2021). (mis)informed about what? what it means to be a science-literate citizen in a digital world. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 118*(15). https://doi.org/10.1073/pnas.1912436117

Pinhão, F. y Martins, I. (2016). Cidadania e ensino de ciências: questões para o debate. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (belo Horizonte), 18*(3), 9–29. https://doi.org/10.1590/1983-21172016180301

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.10

INNOVAR LOS DISEÑOS CURRICULARES DE LOS PROFESORADOS PARA RENOVAR LA ENSEÑANZA DE LAS QUÍMICA

Dictantes:

Dr. Guillermo Cutrera. Equipo Curricular de la Dirección de Formación Docente Inicial, Dirección Provincial de Educación Superior, Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires, Calles 12 y 51, La Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Educación Científica. Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina

Prof. Alejandra Defago. Equipo curricular de la Subsecretaría de Educación, Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires, Calle 13 entre 56 y 57, La Plata. Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires. ISFDyT N° 24. DGCyE. Argentina

Dr. Raúl Esteban Ithuralde. Equipo Curricular de la Dirección de Formación Docente Inicial, Dirección Provincial de Educación Superior, Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires, Calles 12 y 51, La Plata. CCPEMS-CEFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Grupo de Didáctica de las Ciencias, IFLYSIB-UNLP/CONICET, UNLU, UNAJ, UNSE, Argentina.

esteban@ccpems.exactas.uba.ar

Resumen

En este taller se trabajará acerca del enfoque que guió la construcción del Diseño Curricular del Profesorado para la Educación Secundaria en Química de la provincia de Buenos Aires y las estrategias para ponerlo en acto en las aulas de los profesorados. La propuesta es de carácter sincrónico y de dos horas de duración y se dirige fundamentalmente a docentes de institutos de formación docente y técnica para la Educación Secundaria en Química. En él presentaremos los lineamientos principales del enfoque didáctico y epistemológico y trabajaremos en grupos en la elaboración de propuestas de enseñanza y reflexionando sobre su valor formativo para los futuros docentes, así como para los estudiantes de educación secundaria quienes, en última instancia, serán destinatarios de la visión de ciencia escolar que se propone. Se busca así generar articulaciones *in situ* entre teoría y práctica.

FUNDAMENTACIÓN

El enfoque que se presenta en los nuevos diseños se sostiene en visiones críticas de la Alfabetización Científica y Tecnológica, promoviendo una contextualización de los contenidos a través de estrategias propias del movimiento Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. Esto permite proponer una transversalización de las perspectivas de ambiente, género y cultura digital y del trabajo con prácticas de oralidad, lectura y escritura y con las líneas de formación sobre la centralidad de la enseñanza y sobre construcciones políticas, culturales y pedagógicas desde América Latina y Argentina, preferentemente de forma colaborativa. Pretende así el cumplimiento de las Leyes de Educación Sexual Integral y de Educación Ambiental Integral. Entendemos que este enfoque y los debates en torno a él, pueden ser de interés para docentes en ejercicio y para formadores de formadores en el ámbito de la enseñanza de la Química en general y no sólo de la provincia de Buenos Aires.

CONTENIDOS

Los nuevos diseños curriculares en la provincia de Buenos Aires. Alfabetización Científica y Tecnológica. El trabajo con la dimensión CTSA en la enseñanza de la química en la formación de profesores. La ESI y EAI en la formación de futuros profesores.

ISBN 978-987-47159-9-9

Organización curricular de la formación: cambios que se plantean en los campos de formación. Organización curricular: áreas, materias, espacios comunes con otros profesorados, materias optativas. Criterios para la distribución de materias. Ejes transversales en el DC de la formación docente inicial.

OBJETIVOS

- Analizar los nuevos diseños curriculares para la formación docente del profesorado de Química de la Pcia de Bs As.
- Evaluar los fundamentos epistemológicos y didácticos de los nuevos diseños presentados.
- Elaborar una propuesta de implementación para una de las materias del nuevo diseño curricular conforme a sus lineamientos. (Se propondrá a tal efecto la materia Ciencias Naturales y su enseñanza).

METODOLOGÍA DEL TALLER

El taller se organizará en tres momentos:

- 1er Momento (aprox. 50 min): Exposición de parte de los coordinadores de las características institucionales, organizativas, didácticas y epistemológicas de los nuevos diseños curriculares. Lineamientos generales, etc.
- 2do Momento (aprox. 40 min): Trabajo en grupos a partir de consignas de los organizadores. Se plantea el análisis y desarrollo de una propuesta de implementación de una materia y los participantes la desarrollan en grupos separados produciendo un material que luego se socializa en el plenario. La producción a evaluar en el taller es la elaboración de una propuesta de implementación de la materia Ciencias Naturales y su enseñanza, de acuerdo a los lineamientos curriculares presentados.
- 3er Momento (aprox. 30 min): Puesta en común y cierre. Se comparten las presentaciones de los grupos y se evalúan y comentan entre los participantes. Los coordinadores hacen una devolución de cierre evaluando el desarrollo del taller y las propuestas elaboradas.

REQUISITOS PARA LOS CURSANTES

Dado que se promueven actividades grupales se solicita a quienes se inscriban que dispongan de una computadora con micrófono, sonido y cámara web; instalado el zoom (revisando se encuentre actualizada la aplicación) y hojas de papel y lapiceras a mano.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Dirección General de Cultura y Educación (2022) *Diseño Curricular para el profesorado de educación secundaria en Química*. Buenos Aires, DGCyE, Subsecretaría de Educación, Dirección Provincial de Educación Superior. https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/2023-02/IF-2022-40273884-GDEBA-SSEDGCYE%20QU%C3%8DMICA_compressed.pdf

Ithuralde, RE & Cutrera, G (2023). *Documento de apoyo a la implementación del Diseño Curricular de Profesorado en Educación Secundaria en Química*. Dirección General de Cultura y Educación. Disponible en: https://continuemosestudiando.abc.gob.ar/contenido/campo-de-la-formacion-especifica-quimica/

Lerner, D.; Stella, P. y Torres, M. (2009). Situaciones de “doble conceptualización”. En: *Formación Docente en Lectura y Escritura* (pp. 25-5). Paidós

Massarini, A. y Schnek, A. (2015). *Ciencia entre todxs: tecnociencia en contexto social. Una propuesta de enseñanza*. (1° ed.). Ciudad de Buenos Aires, Paidós.

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.11

REPELENTES NATURALES, INVESTIGACIONES SOBRE SU EFECTIVIDAD EN RELACIÓN A LA CONCENTRACIÓN Y SU ELABORACIÓN. UNA ALTERNATIVA AL DEET.

Dictante: Prof. Luciana D. Aldana

Esc. Sec. N° 5 D.E. 19 "Brig. Gral. A. M. Zuloaga". Av. Friuli 1152, Ciudad de San Benito, Paraná, Entre Ríos, Argentina.

lucianadanielaaldana7@gmail.com

CONTENIDOS A TRABAJAR

- Concepto de repelente.
- Repelentes artificiales, historia, modo de uso y recomendaciones.
- Repelentes naturales, distintos tipos de repelentes naturales.
- Modo de uso, recomendaciones.
- Efectividad del repelente natural, concentraciones.
- Investigaciones realizadas hasta la actualidad.
- Distintas presentaciones. Spray, velas, espirales, sahumerios, ungüentos.
- Preparación de repelente natural a base de esencias naturales en spray.
- Pasos para su preparación.
- Velas aromáticas, técnica de preparación.

OBJETIVO

- Dar a conocer las propiedades repelentes naturales de determinadas especies de plantas y su efectividad en relación a la concentración.
- Otorgar una técnica básica para la preparación de repelentes en spray, en vela aromática y ungüentos.

METODOLOGÍA

Se explicarán los conceptos de manera oral mediado por videoconferencia y utilizando un PowerPoint presentación, también se realizará el paso a paso de la preparación del spray en vivo y se adjuntará un vídeo explicativo que contenga las técnicas para preparar el spray, la vela y el ungüento.

DURACIÓN: Dos horas reloj sincrónicas.

DESTINATARIOS: Público en general.

RECURSOS REQUERIDOS PARA PREPARAR EL SPRAY REPELENTE

Envase de 100 mL con tapa spray, limpio y seco, alcohol etílico de cereal, glicerina líquida, agua, aceites esenciales de menta, romero, citronela, o lavanda.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Achimón, Fernanda, Beato, Magalí, Brito, Vanessa D., Peschiutta, María L., Herrera, Jimena M., Merlo, Carolina, Pizzolitto, Romina R, Zygadlo, Julio A., & Zunino, María P. (2022). Insecticidal and repellent effects of the essential oils obtained from Argentine aromatic flora. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 57*(4), 1-10. https://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v57. n4.37995

ANMAT. (2024) Recomendaciones para la utilización de repelentes. Ministerio de Salud. Argentina. https://www.anmat.gob.ar/Domisanitarios/repelentes.pdf

Gutierrez, L. y Diaz J. (2020). Desarrollo técnico y evaluación de la eficacia de un repelente de mosquitos libre de DEET a base de productos naturales. Tesis de químico farmacéutico. Bogotá, Colombia. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. https://repo sitory.udca.edu.co/entities/publication/f406e4dc-5eda-4940-97f7-3ebd0eaf0595

Lazzari, C. R., Ortega-Insaurralde, I., Esnault, J., Costa, E., Crespo, J. E., & Barrozo, R. B. (2023). Mosquitoes do not like bitter: new perspectives for biorational repellents. *bioRxiv*, 2023-09. https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2023.09.21.558838v1.full

Leyva, Maureen, French, Leidys, Pino, Oriela, Montada, Domingo, Morejón, Gisel, Marquetti, Maria del Carmen. (2017). Plantas con actividad insecticida: una alternativa natural contra mosquitos. *Revista biomédica, 28*(3), 139-181. https://doi.org/10.32776/revbiomed. v28i3.571

Lorgia Karelia, Lorgia Karelia (2022) *Elaboración de repelente orgánico a partir de plantas Eucalyptus camandulensis D. (EUCALIPTO), Azadirachta indica A. (NEEM) Y Rosmarinus officinalis L. (ROMERO) contra el agente Aedes aegypt*i. Laboratorio de tecnología farmaceutica y laboratorio 107 departamento de Química Farmacéutica, UNAN-MANAGUA. Enero 2021-Mayo 2022. Licenciatura thesis, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/18674/

Soto-Cáceres, V. A, Díaz-Vélez, C., Becerra-Gutiérrez, L. K., Arriaga-Deza, E. V., Meoño-Asalde, C. N., Reyes-Damián, J. R., Peña-Vega, K. M., Vera-Oblitas, L. C., Suyon-Jiménez, J. P., Segura-Muñoz, D. M., Vargas-Tineo, O. W., & Silva-Díaz, H. (2022). Efecto repelente y tiempo de protección de aceites esenciales frente al estadio adulto de Aedes aegypti. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 33*(6): e21018. https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v33i6.21018

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER SINCRÓNICO CT.13

AUMENTANDO LA QUÍMICA: CREACIÓN DE EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE INMERSIVAS PARA EL ESTUDIO DE GEOMETRÍAS MOLECULARES MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA

Dictante: Lic. Nicolás Borassi.

Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires, Avenida San Martín 4453, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
nborassi@cbc.uba.ar

Resumen

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología emergente que combina el mundo real con el virtual creando entornos mixtos a través de dispositivos electrónicos. El innovador campo de la RA se encuentra en constante expansión, y la Química ha comenzado a ser objeto de aplicación directa en ambientes formales e informales de enseñanza por su potencial para incrementar la motivación y facilitar la visualización de estructuras no accesibles a simple vista. El desarrollo tecnológico, a su vez, ha permitido simplificar los procesos de creación de contenidos inmersivos basados en RA, simplificando su implementación en el aula. En este sentido, el rol docente en el diseño de propuestas interactivas de enseñanza y aprendizaje, sea de Nivel Medio, Técnico o Superior, resulta esencial para crear piezas educativas que logren incentivar intrínsecamente a la población estudiantil y fomentar el desarrollo de nuevas competencias científicas y digitales en el siglo XXI. Luego, se propone el presente curso-taller como un espacio de aprendizaje que permita, a docentes y profesores de los diferentes sectores educativos, apropiarse de los saberes básicos en torno a la RA a fines de crear sus propias piezas inmersivas con herramientas existentes, en referencia al tópico de geometrías moleculares en Química acorde a la Teoría de la Repulsión de los Pares Electrónicos de Valencia.

OBJETIVOS

El curso-taller tiene por objetivo general transmitir los principios básicos asociados a la Realidad Aumentada como tecnología inmersiva, aplicándolos al caso particular de la enseñanza y aprendizaje en las Ciencias Químicas. En relación a los objetivos específicos, propone conocer las principales plataformas digitales de acceso libre destinadas a tal fin, crear una pieza de Realidad Aumentada para una determinada geometría molecular mediante recursos prediseñados disponibles, y analizar estrategias posibles de implementación en cursos de Química tanto de Nivel Medio, como Técnico y Superior.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

El curso-taller se centrará en la presentación de los fundamentos en relación a la Realidad Aumentada, y su aplicación al caso particular de las Ciencias Químicas mediante el diseño de una experiencia interactiva de aprendizaje para diferentes geometrías moleculares (lineal, angular, plana trigonal y tetraédrica) según la Teoría de la Repulsión de los Pares Electrónicos de Valencia, que implicará la creación del entorno inmersivo de Realidad Aumentada en una plataforma digital de acceso gratuito con una representación molecular tridimensional prediseñada en un banco de objetos de acceso libre. Los resultados de cada pieza se compartirán en un mural colaborativo y se analizará la potencialidad de la herramienta en la educación STEM y, en particular, en la Química.

DURACIÓN DEL ENCUENTRO

El curso-taller tendrá una duración de 1 (una) hora para la realización de las actividades propuestas.

DESTINATARIOS: Docentes y Profesores de Química en Enseñanza Media, Técnica o Superior.

ISBN 978-987-47159-9-9

RECURSOS Y MATERIALES

Las actividades a desarrollar en el curso-taller requieren el uso de dispositivos electrónicos (teléfono inteligente y notebook o PC) con conectividad a internet.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., Grover, D. (2014). Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International, 51*(1), 1–15. https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400

Craig, A. (2013). *Understanding Augmented Reality. Concepts and applications*. Elsevier Inc.

Kailer, J. et al. (2020). Interacting with Three-Dimensional Molecular Structures Using Augmented Reality Mobile App. *Journal of Chemical Education, 97*(10), 3877-3881. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00387

Macariu, C., Iftene, A., Gifu, D. (2020). Learn Chemistry with Augmented Reality. *Procedia Computer Science*, 176, 2133-2142. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.250

Mazzuco, A., Krassmann, A., Retegui, E., Salcedo, R. (2022). A systematic review of augmented reality in chemistry education. *Review of Education, 10*(1), 1-26. https://doi.org/10.1002/rev3.3325

ISBN 978-987-47159-9-9

CURSO – TALLER ASINCRÓNICO CT.12

PALABRAS INCLUSIVAS. DESCRIPCIÓN DE IMÁGENES Y CONSTRUCCIÓN DE TEXTOS ALTERNATIVOS

Dictantes:

Lic. Sebastián Dop. Licenciado en Ciencias Biológicas, UNS. Integrante del proyecto de extensión "Inclusión en Red" de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
sebastiandop@gmail.com

Lic. Greta Masini. Licenciada en Ciencias de la Educación, UNS. Integrante del proyecto de extensión "Inclusión en Red" de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

CONTENIDOS

- Pautas principales para la descripción de imágenes.
- Utilización de textos alternativos como condición de accesibilidad.

OBJETIVOS

- Proporcionar conocimientos sobre distintas pautas para la descripción de imágenes y la configuración de textos alternativos en distintas plataformas.
- Sensibilizar acerca de la exclusión generada por falta de accesibilidad comunicacional.
- Informar acerca de la importancia de describir imágenes en cualquier contexto de enseñanza-aprendizaje.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

De manera asincrónica, las estrategias utilizadas para llevar a cabo esta propuesta serán las propias del formato taller, cuyo objetivo final será poner en práctica los contenidos abordados y socializar lo construido en el aula Moodle. Previo a ello, se propondrá en formato audiovisual una breve instancia sensibilizadora, explicativa e informativa con respecto a la accesibilidad comunicacional. A su vez, se ofrecerá un espacio de consultas en el aula Moodle para despejar aquellos interrogantes que puedan surgir entre ambas instancias, a fin de que los participantes puedan desarrollar la actividad propuesta con mayores herramientas.

DESTINATARIOS

Estudiantes, docentes, investigadores y público en general, interesado en el contenido de la propuesta a fin de mejorar la accesibilidad en sus prácticas, tanto en contextos de enseñanza-aprendizaje como en sus relaciones sociales en general.

MODALIDAD: esta propuesta será llevada a cabo de forma asincrónica.

Enlace al video tutorial en donde Greta y Sebastián explican cómo describir imágenes y construir textos alternativos:

https://drive.google.com/file/d/1Cq4UvlOYp_EkjZUoxw4DXlu-0uPWBWiC/view

ISBN 978-987-47159-9-9

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Seeing AI es una aplicación de inteligencia artificial desarrollada por Microsoft para iOS. Seeing AI utiliza la cámara del dispositivo para identificar personas y objetos, y luego la aplicación describe de forma audible esos objetos para las personas con discapacidad visual. Más información en: https://www.microsoft.com/en-us/garage/wall-of-fame/seeing-ai/

Be My Eyes se creó para ayudar a personas ciegas o con problemas de visión. La aplicación está compuesta por una comunidad global de ciegos y personas con problemas de visión y voluntarios sin discapacidad visual. Be My Eyes toma el poder de la tecnología y la conexión humana para llevar vista a las personas con pérdida de visión. A través de una video llamada en directo, los voluntarios asisten a ciegos y personas con déficit de visión prestándoles ayuda visual para tareas como el reconocimiento de colores, comprobar si las luces están encendidas o preparar la cena. La aplicación es de uso gratuito y está disponible para iOS y Android. Más información en: https://www.bemyeyes.com/language/spanish

PickyBot es una aplicación diseñada para asistir a personas con ceguera o deficiencia visual grave, proporcionando descripciones detalladas y habladas de imágenes y vídeos. Utiliza modelos avanzados de inteligencia artificial para analizar y narrar el contenido visual, facilitando así una mejor comprensión del entorno o de las fotografías capturadas. Los usuarios pueden elegir entre diferentes modelos de IA y personalizar la voz y el idioma de las descripciones. Dichas descripciones se muestran de forma escrita, pero la aplicación ofrece su propia voz sintética expresiva que describe los resultados obtenidos en cada foto. Esta aplicación cuenta con un modo de subscripción o compra única, el cual permite eliminar la publicidad de la aplicación y acceder a características premium. Más información en: https://club.once.es/afiliados/servicios/autonomia-personal-y-tecnologia/tiflotecnologia/valoraciones-de-accesibilidad-de-aplicaciones-para-moviles/piccybot

ISBN 978-987-47159-9-9



ISBN 978-987-47159-9-9

DETALLE DE LAS DISTINCIONES OTORGADAS EN LAS JEQUSST 2024

En el marco de las XIII Jornadas Nacionales y X Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica – JEQUSST 2024, llevadas a cabo en modalidad virtual del 29 al 31 de octubre de 2024, la División Educación Química de la Asociación Química Argentina ha otorgado las siguientes distinciones:

Distinción	Distinguido/a	Página
EVALUADOR DESTACADO	**Dr. Damian Lampert**	849
COLABORADOR DESTACADO	**Dr. Germán Hugo Sánchez**	849
DICTANTE DE CURSO-TALLER DESTACADA	**Dra. Lydia R. Galagovsky**	849
EXPOSITORAS DESTACADAS	**Estudiantes de Educación Secundaria Técnica:** ▪ **Lola Marino** ▪ **Sofía Victoria Lucero** ▪ **Agostina Belén González** ▪ **Micaela Guadalupe Kraemer Dueña** **coautoras del trabajo B4.13 junto a su profesor Walter Raúl Rogelio Acosta**	850
VIDEO DESTACADO	**Realizado por autores/as del trabajo B1.17** ▪ **Tobías Gaggioli Hernández** ▪ **Laila Fernández** ▪ **Albaro Lescano** ▪ **Fernando Inze** ▪ **Sonia Gallardo** ▪ **Mariana Minchiotti**	850
TRABAJOS DISTINGUIDOS PARA SER PUBLICADOS EN LA REVISTA ANALES DE LA ASOCIACIÓN QUÍMICA ARGENTINA		851

ISBN 978-987-47159-9-9

DISTINCIONES OTORGADAS

Cada una de las personas distinguidas, que se mencionan a continuación, recibió su diploma

EVALUADOR DESTACADO



Distinción entregada al **Dr. Damian Alberto Lampert**, en reconocimiento a su destacado desempeño en la evaluación de más de veinte trabajos presentados durante las Jornadas, contribuyendo significativamente a la mejora de su calidad académica.

COLABORADOR DESTACADO



Distinción entregada al **Dr. Germán Hugo Sánchez**, en reconocimiento a su permanente respaldo y colaboración, que han sido fundamentales para contribuir al éxito alcanzado en las Jornadas.

DICTANTE CURSO-TALLER DESTACADO



Distinción entregada a la **Dra. Lydia R. Galagovsky**, dictante del curso-taller CT.01 *"Cuestionarse sobre qué es la ciencia para reflexionar sobre qué química podría enseñarse"*, por su valioso aporte y dedicación.

Se destaca especialmente el alto índice de concurrencia al curso - taller, así como la cantidad y calidad de las evaluaciones realizadas.

De los 17 asistentes al curso-taller, 11 realizaron su trabajo final.

ISBN 978-987-47159-9-9

EXPOSITORAS DESTACADAS



Distinción otorgada a las estudiantes de Educación Secundaria Técnica: **Lola Marino**, **Sofía Victoria Lucero**, **Agostina Belén González y Micaela Guadalupe Kraemer Dueña**, en reconocimiento a la destacada exposición del trabajo B4.13 realizado en coautoría con su profesor Walter Raúl Rogelio Acosta.

El buen desempeño durante la exposición, así como las devoluciones de los presentes en la Mesa de diálogo del Bloque 4 puede verse en el video, cuyo enlace se dispone a continuación.



Enlace al video de la Mesa de diálogo del Bloque 4 en el que las expositoras distinguidas presentan su trabajo

https://drive.google.com/file/d/1q-uJhxuC4BUK2WdRiJLp4Eqd2j-JfyQ0/view

VIDEO DESTACADO



Distinción entregada a las autoras y los autores del **video del trabajo B1.17**

Tobías Gaggioli Hernández, Laila Fernández, Albaro Lescano, Fernando Inze, Sonia Gallardo, Mariana Minchiotti



Enlace al video destacado

https://drive.google.com/file/d/1aw3qaQI3i0ITAVR52R4NQXGW0qBAB6GN/view

En la elección del video a distinguir se tuvieron como criterios de selección tanto el contenido como la forma, la accesibilidad y el potencial impacto.

Del análisis surge:

Respecto al contenido académico, se aprecia coherencia argumentativa, claridad en el objetivo educativo que se comunica y originalidad del enfoque. La narrativa es fluida, con un inicio atractivo, un desarrollo claro y un cierre significativo. El diseño es adecuado: la calidad de imagen, el sonido y la edición acompañan una estética coherente con el mensaje.

Se distingue la accesibilidad e inclusión, puesta de manifiesto al incorporar subtítulos visualmente claros y sincronizados, así como un lenguaje comprensible. El tema se considera relevante tanto para docentes como para estudiantes, pudiendo ser adaptado a otros contextos educativos.

Se destacan el valor colaborativo y la duración de 1 minuto y 28 segundos del video.

ISBN 978-987-47159-9-9

TRABAJOS DISTINGUIDOS PARA SER PUBLICADOS EN LA REVISTA ANALES DE LA ASOCIACIÓN QUÍMICA ARGENTINA

Los trabajos aquí listados fueron seleccionados para su publicación en la revista *Anales de la Asociación Química*, editada desde 1913 por la Asociación Química Argentina.

Dado que no se trata de un número especial sino de un número regular de la revista, se nos pidió seleccionar solo 15 trabajos de entre los sugeridos por el Comité Científico de las JEQUSST 2024. En tal sentido, se contemplaron las sugerencias y correcciones realizadas por los revisores, así como la presentación de los trabajos en las mesas de diálogo de cada eje temático.

Los trabajos distinguidos quedarán publicados en la edición del volumen 112, número 1, enero-junio de 2025, en la revista *Anales de la Asociación Química*, la cual podrá consultarse en la página web de la Asociación Química Argentina en: https://www.aqa.org.ar/index.php/volumenes-publicados

A continuación, se presenta el listado de los trabajos seleccionados de acuerdo al eje temático.

TRABAJOS DISTINGUIDOS

Código	Título y autores/as
B1.20	**ESTUDIO DE CONCEPTOS QUÍMICOS MEDIANTE SUS APLICACIONES BIOLÓGICAS** **Dulce Nepullén Velázquez[1], María de Lourdes Gultemirian[1,2]** [1] Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (IML), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. [2] Instituto de Biodiversidad Neotropical CONICET - Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
B1.35	**EL SISTEMA DE ESCRITURA CHINA Y LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS, UNA EXPERIENCIA INTERCULTURAL** **Andrea de los Ángeles Blengini** Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Comodoro Rivadavia. Chubut. Argentina.
B1.36	**APORTES DE LA EPISTEMOLOGÍA A LA ENSEÑANZA DE LA TABLA PERIÓDICA: ¿UN CRITERIO QUÍMICO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS?** **Rodolfo Vergne** Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina.
B1.44	**INTEGRACIÓN TEORÍA-PRÁCTICA: EN BUSCA DE APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS Y ENFOCADOS EN LA VIDA PROFESIONAL** **Cintia Jimena Fernández, Natalia Andrea Gómez, Claudia Elizabeth Domini, Mariano Garrido** INQUISUR, Departamento de Química, Universidad Nacional Del Sur (UNS)-CONICET, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
B1.45	**POTENCIANDO LA METODOLOGÍA DE LA CLASE INVERTIDA A TRAVÉS DEL USO DE MATERIAL AUDIOVISUAL, ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN PARA ESTUDIANTES DEL SIGLO XXI** **Virginia Aldabalde, Margarita Brovetto, Guillermo Bragunde, Ivana Núñez, Mariana Pazos, Alejandro Peixoto, Williams Porcal** Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de la República Oriental del Uruguay (UdelaR), Montevideo, Uruguay.

ISBN 978-987-47159-9-9

TRABAJOS DISTINGUIDOS

Código	Título y autores/as
B2.03	**EXPERIENCIA DE NIVEL UNIVERSITARIO EN EL USO DE DOS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES DE MODELADO DE CALIDAD DE AIRE** **Facundo Manuel Carrizo[1], Giuliana Munafo[1], Yamila Soledad Grassi[2,3], Mónica Fátima Díaz[1,4]** [1] Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI - UNS - CONICET), Bahía Blanca, Argentina. [2] Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. [3] Instituto de Matemática de Bahía Blanca (INMABB - UNS - CONICET), Bahía Blanca, Argentina. [4] Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
B2.18	**OLIMPIADAS CROMATOGRÁFICAS: INTEGRANDO LA IA EN EL DISEÑO DE ACTIVIDADES LÚDICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FARMACOGNOSIA** **Jerónimo Ulloa, Vanina Catalano, Ingrid Cufré, Adriana Ouviña, Malen Saint Martin, Verónica Tarcaya, Catalina van Baren, Flavia Redko** Cátedra de Farmacognosia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (UBA), Cuidad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
B3.02	**ACCESIBILIDAD EN ESPACIOS UNIVERSITARIOS** **Matías Pila[1], Javier Carreras[1,2], Maricel Caputo[1], Elías López[1], Daniela Caichug Rivera[1,2], Sergio Laurella[1]** [1] Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR), Universidad Nacional de La Pata, CIC-UNLP, La Plata, Argentina. [2] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.
B4.01	**UNA ASIGNATURA PARA LA FORMACIÓN EN COMPETENCIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN EN MÁSTERES DE CIENCIAS Y DE INGENIERÍAS: ESTRUCTURA Y RESULTADOS** **Gabriel Pinto Cañón, Victoria Alcázar Montero** Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España. Grupo Especializado en Didáctica e Historia de la Física y la Química (GEDH). Reales Sociedades Españolas de Física (RSEF) y de Química (RSEQ), España.
B4.16	**CROMATOGRAFÍA GASEOSA CON DETECTOR ECD PARA PRINCIPIANTES: UN PASO A PASO** **Yamila Belén Diaz[1], Marina Belén Catalano[1,2], Facundo Atilio Vallejos[1], Giselle Anahí Berenstein[1,2]** [1] Área de Química, Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Los Polvorines, Buenos Aires, Argentina. [2] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET.
B4.26	**DISEÑO, CARACTERIZACIÓN E INMOBILIZACIÓN DE UN MATERIAL POLÍMERICO COMO PRÁCTICA DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA DEL ESTADO SÓLIDO PARA LA CARRERA DE LA LICENCIATURA EN QUÍMICA** Oswaldo José Rosas Rivas[1], Carlos Alberto López[2], María Celeste Bernini[2], Germán Ernesto Gómez[2] [1] Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), San Luis, Argentina. [2] Instituto de Investigaciones en Tecnología Química (INTEQUI), UNSL, CONICET y Área de Química General e Inorgánica “Dr. G. F. Puelles“, San Luis, Argentina
B5.01	**PUESTA EN VALOR DE UNA PLANTA PILOTO DE INGENIERÍA QUÍMICA. ETAPA INICIAL** **Nancy Saldis, Marcelo Gómez, Claudia Carreño, Carina Colasanto, Susana Martínez, Melina Abregú, Borja Salinas** [1] Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (FCEFyN-UNC), Córdoba, Argentina. [2] Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba (UTN – FRC), Córdoba, Argentina.

ISBN 978-987-47159-9-9

TRABAJOS DISTINGUIDOS

Código	Título y autores/as
B5.05	**TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO Y DESEMPEÑO ACADÉMICO: UN ESTUDIO COMPARATIVO EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL E INORGÁNICA** **David Possetto, Gabriela Marzari, Fernando Fungo** Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
B5.10	**ALGUNAS CARACTERISTICAS DEL ESTADO ESTACIONARIO DEL COMPLEJO ENZIMA-SUSTRATO** **Nicolás A Garrone[1], Dara Dobler[2], Analía Isabel Coralizzi[3], Eduardo N Cozza Buccaro[4]** [1] Instituto de Investigaciones Biotecnológicas, Universidad de San Martín-CONICET, Buenos Aires, Argentina. [2] Instituto Latinoamericano de Capacitación, Educación y Trabajo, ILCET-Chile [3] Instituto Latinoamericano de Capacitación, Educación y Trabajo, ILCET-Argentina [4] Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional (UTN) e Instituto Latinoamericano de Capacitación, Educación y Trabajo, ILCET-Argentina.
B5.26	**PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE QUÍMICA GENERAL EN DIVERSOS CONTEXTOS: ESTUDIO DE COHORTES 2018 AL 2024** **Lucía Odetti, Clarisa Medina, Lucio Eisenack, Sofía Pontoni, Germán Hugo Sánchez** Departamento de Química General e Inorgánica, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (FBCF-UNL), Santa Fe, Argentina.

ISBN 978-987-47159-9-9

ÍNDICE ALFABÉTICO DE AUTORES/AS

ISBN 978-987-47159-9-9

DETALLE DE LAS PRESENTACIONES REALIZADAS POR CADA AUTOR/A

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
A		
Abregú, Melina	B5.01	
Acosta, Mariano	B5.11, B5.12	
Acosta, Walter	B4.13	
Adarvez-Feresin, Camila W.	B2.01, B2.02	
Adamow Giunta, Lara	B4.23	
Agotegaray, Mariela	B5.20	
Aiassa Martínez, Ivana	B1.27	
Alarcón, Alejandro Ángel	B3.01	
Alarcón, Rosana	B3.01	
Albornoz, Antonella	B4.28	
Alcázar Montero, Victoria	B4.01	
Aldabalde, Virginia	B1.45	
Aldana, Luciana D.		CT.11
Álvarez, Gisela Solange	B5.28	
Álvarez, Silvia	B4.08	
Alvarez Dávila, Manuel	B1.01	
Alvarez Escalada, Fanny Cecilia	B5.08	
Andina, María Laura	B2.09	
Angeletti, Sabrina	B4.19	
Arce, Valeria B.	B4.22	
Argüello, Carolina	B1.25	
Arnal, Pablo M.		CT.08
Arzoz, Natalia	B5.34	
Asís, Silvia Elizabeth	B5.27, B5.28	
B		
Báez Cacere, Ignacio	B5.14	
Baigorria Giménez, Ana	B5.15	
Bambozzi, Juliana	B3.05	
Baiutti, Paola Beatriz	B1.06	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
B		
Balatti, Agustina	B1.12	
Balda, Sabrina	B1.21	
Barbiric, Dora A.	B2.04	
Barquín, Mercedes	B1.25	
Baschini, Miria	B4.27	
Basack, Silvana	B1.40	
Bayona Solano, Jaime	B1.05	
Belletti, Gustavo Daniel	B2.16	CT.02
Benech, Victoria	B5.16	
Bernini, María Celeste	B4.26	
Berenstein, Giselle Anahí	B4.16	
Bertero, Melisa		CT.06
Bessoni, Christian	B1.55, B3.04	
Blandi, Matías	B1.25	
Blasetti, Hebe	B1.08	
Blengini, Andrea de los Ángeles	B1.35	
Blustein, Guillermo	B1.07	
Boher, José	B5.25	
Bonetto, María Celina	B1.46	
Borassi, Cecilia	B5.16	
Borassi, Nicolás	B2.08, B5.16	CT.13
Bongarzone Lugos, Abril Azul	B5.09	
Bordón, Raúl	B1.08	
Bouzas, Nahuel Lucas	B2.15	
Bragunde, Guillermo	B1.45	
Brovetto, Margarita	B1.45	
Brusadín, Viviana	B4.28	
Buffa, Fabián	B1.31	
Bugione, María Belén	B1.53	
Bursztyn Fuentes, Amalia Lara	B4.02	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
B		
Busan, Tomás Emilio	B4.02	
Busso, Marina Belén	B5.20	
C		
Cabrera, Tomás	B2.17	
Caichug Rivera, Daniela	B1.42, B2.14, B3.02, B4.21	
Camargo, Agustina	B5.14	
Camí, Gerardo	B1.56	
Capuano, Vicente	B5.38	
Caputo, Maricel	B1.42, B2.14, B3.02, B4.21	
Carabelli, Patricia		CT.09
Carballo, Romina Raquel	B1.46	
Carp, Dafne	B3.04	
Carp, Dina Judith	B1.55, B3.04, B5.29	
Carreño, Claudia Teresa	B1.27, B5.01	
Carreras, Javier	B1.42, B2.14, B3.02, B4.21	
Carrizo, Facundo Manuel	B2.03	
Carro, Victoria	B1.05	
Castellsaguer, Dora	B5.06	
Castillo, Marcelo Omar	B1.38, B2.13	
Catalano, Marina Belén	B4.16	
Catalano, Vanina	B2.18	
Castro, Gisela	B5.23	
Castro, Pilar	B5.14	
Cayo, Fany del Valle	B3.01	
Ceretti, Helena M.	B1.10	
Chango Fernández, Agostina	B5.11	
Choque, Carolina Ivon	B2.13	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
C		
Ciolino, Andrés E.	B1.05	
Ciriaco, Andrea Silvana	B1.08, B5.24	
Colasanto, Carina María	B1.27, B5.01	
Colasurdo, Diego	B4.21	
Comerci, Luciana	B1.19	
Constantinidi, Leandro	B5.08	
Coralizzi, Analía Isabel	B1.23, B5.10	
Corbalán, Silvia Gabriela	B4.04, B5.21	
Cordero, Silvina	B4.23	
Corna, Fiamma	B1.08	
Cornejo, Maribel	B1.13	
Coronel, Fabiana Vanesa	B1.51	
Costa, Esteban	B5.16	
Cozza Buccaro, Eduardo Néstor	B1.23, B5.10	CT.03
Cravero, Fiorella	B2.05	
Cufré, Ingrid	B2.18	
Cutrera, Guillermo Eduardo	B4.05, B4.09	CT.10
Cutrín, María Azul	B1.05	
D		
Dabas, Paula Cecilia	B1.46	
Daniel, María Alejandra	B1.10	
Darget, Agustina	B5.16	
Davies, Lilian	B5.30	
de Alba, Marcela	B1.08	
Defago, Alejandra		CT.10
del Rio, Camila	B4.24	
Delletesse, Maximiliano Iván	B1.30	
Di Genaro, Camila	B1.02	
Di Marco, Enzo	B1.24	
Di Risio, Cecilia D.	B1.04	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
D		
Dias, Iris	B1.22, B4.07, B4.18	
Diaz, Bianca	B5.14	
Diaz, Mariel Elisa	B5.20	
Díaz, Mario Guillermo	B2.06, B5.15	
Díaz, Mónica Fátima	B2.03, B2.05	
Diaz, Yamila Belén	B4.16	
Diaz Alonso, María Inés	B1.39	
Diez, Alejandra Silvina	B4.11	
Dimarco Palencia, Frida C.D.	B2.06	
Diodato, Soledad Lorena	B4.02	
Disetti, M. Eugenia	B1.56	
Dobler, Dara	B1.23, B5.10	
Dop, Néstor Sebastián	B3.06	CT.12
Domini, Claudia Elizabeth	B1.44	
Dominguez, Diego	B5.14	
Dos Santos, Ricardo Javier	B4.15	
E		
Echeverría, María Fernanda	B5.07, B5.17	
Edelsztein, Valeria	B5.06	
Eisenack, Lucio	B5.26	
Enriz, Ricardo D.	B2.01, B2.02	
Eugui, Macarena	B1.12	
F		
Failla Salaverry, Valentina	B2.15	
Falabella, Irupé		CT.05
Farré, Andrea S.		CT.09
Fernández, Agustina	B1.30	
Fernández, Cintia Jimena	B1.44	
Fernández, Daniela	B2.07	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
F		
Fernández, Laila Priscila Margarita	B1.17, B1.52	
Fernández, Liliana P.	B5.12	
Fernández Gauna, Cecilia	B4.18	
Ferrari, Gabriela V.	B1.15, B1.19	
Ferreiro, Jorgelina Anabel	B5.34	
Ferrer, Liliana	B2.17, B4.28	
Ferrero, Alejandro	B1.21	
Figueroa, Magda Andrea	B1.11, B1.16	
Fitó Friedrichs, Gretel	B1.40	
Flores, Pedro Agustín	B1.10, B1.40, B4.06	
Flores Córdoba, María José	B4.12	
Flores Galleguillo, Laura	B3.01	
Flores-Morales, Patricio	B4.03	
Forastieri, Rodrigo	B1.03	
Fortunato, Leandro Federico	B.4.11	
Fraile, Miriam Débora	B4.07	
Franchi, María Luisa	B1.30	
Fucile González Illescas, Ana Laura	B4.17	
Fuentes, Irma	B1.13	
Fuhr Stoessel, Ana		CT.05
Funes, Romina Andrea	B1.37	
Fungo, Fernando	B5.05	
G		
Gaggioli Hernández, Tobías Nahuel	B1.17, B1.52	
Galagovsky, Lydia R.	B5.37	CT.01
Galeano, Leandro Martín	B1.14	
Gallardo, Sonia del Valle	B1.17	
Galleano, Mónica	B4.08	
Garay, Bianca V.	B5.09	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
G		
García, Daniel Alejandro	B1.55, B3.04	
García, Elisa Mariana	B5.21	
García, María Basilisa	B1.26, B1.31, B4.09, B5.07, B5.17	
García, Silvia P.	B4.22	
García, Silvina Victoria	B5.25	
García Armario, Milagros	B1.41, B3.03, B4.25	
Garrafa, María Victoria	B5.19	
Garrido, Mariano E.	B1.44	
Garro, Adriana D.	B2.01, B2.02	
Garro, Karina	B2.07	
Garrone, Nicolás A.	B1.23, B5.10	
Gatica, Cecilia	B1.39	
Gerje, Gisela	B5.14	
Gómez, Germán Ernesto	B4.26	
Gómez, Marcelo	B1.27, B5.01	
Gómez, Natalia Andrea	B1.44	
Gómez Alenda, Martina	B5.15	
Gómez Luján, María Eugenia	B5.35	
González, Agostina Belén	B4.13	
González, Marcela	B1.21	
González, Natalia	B4.18	
González, Sandro	B1.21	
González Jorge, José Iván	B1.46	
González Liendro, Misael	B5.14	
Grassi, Yamila Soledad	B2.03	
Guaymás, Jésica Lourdes	B4.25, B4.29, B5.20	
Güida, Jorge Alberto	B4.10	
Gultemirian, María de Lourdes	B1.20, B1.24, B2.09	
Gutiérrez, Jésica Victoria	B1.06	
Gutiérrez, Victoria Soledad	B4.14	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
H		
Heredia, Carla	B5.30	
Hernández, Carla	B1.13	
Hernández, Sandra A.	B3.03, B4.29, B5.35	
Horst, María Fernanda	B5.20	
I		
Insinger, Karina Verónica	B1.04	
Inze, Fernando	B1.17, B1.52	
Irazoqui, Magdalena	B1.12	
Iriarte, Matías Ernesto	B1.24	
Islas, María Soledad	B1.26	
Ithuralde, Raúl Esteban	B4.23	CT.10
Iturralde, María Cristina	B1.29	CT.05
J		
Jaimes, Ana Karen	B5.20	
Janeiro, Ana	B1.40	
Janyistabro, Carla	B5.29	
Jaramillo, Roxana	B1.38	
Jasinski, Gabriel	B1.54	
Jorge, Lilian Cristina	B5.19	
Jorge, María Josefa	B5.19	
Jorge, Nelly Lidia	B5.19	
José, Carla	B5.09	
K		
Kleinjan, Victoria	B1.55, B3.04	
Köhler, Lautaro	B3.07	
Kraemer Dueña, Micaela Macarena	B4.13	
Kraser, Rocío B.	B1.33	
Krujoski, Matías Gabriel	B5.25	
L		
La Morgia, Luis Federico	B2.09	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
L		
Laborde, María Fernanda	B5.22	
Laborde, Mariana Belén	B1.28, B5.22	
Lampert, Damian	B5.02	
Lange, Carla Daniela	B5.31	
Lantaño, Beatriz	B5.27	
Laurella, Sergio Luis	B3.02, B4.21	
Lazzarini Behrmann, Irene	B1.10	
Leguizamón Carate, Jorge Nelson	B5.08	
León, Belén	B2.15	
Lescano, Albaro Gonzalo	B1.17, B1.52	
Lescano, Gabriela Mariel	B5.20	
Lescano, María Florencia	B5.08	
Llanes, Mariela Judith	B1.11, B1.16	
Lópina, Daniela	B1.40	
López, Carlos Alberto	B4.26	
López, Elías	B1.42, B2.14, B3.02, B4.21	
López, Lurdes Milagros	B5.28	
López, Marcela	5.30	
Lorenzo, María Gabriela	B1.09, B4.20, B5.24	
Lucero, Cinthia Tamara	B1.21	
Lucero, María Noelia	B5.23	
Lucero, Sofia Victoria	B4.13	
M		
Machado, Gladys E.	B1.01	
Manfredi, María Belén	B4.20	
Mansilla, Daniela Soledad	B5.27	
Máquez, Marcela	B1.53	
Marino, Lola	B4.13	
Martín, Benjamín	B5.14	
Martínez, Daniel Baltasar	B1.49	
Martínez, Mara Yanina	B5.07, B5.17	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
M		
Martínez, Miguel Ángel	B5.29	
Martínez, Susana	B5.01	
Martínez Fuente Montserrat, Jazmín	B1.14	
Martini, M. Florencia	B1.54	
Masini, Greta		CT.12
Massa, Paola	B1.31	
Matkovic, Silvana Raquel	B5.18	
Matos, Carolina Noemí	B1.29	
Marzari, Gabriela	B5.05	
Mazzitelli, Claudia Alejandra	B4.12	
Medaura, Cecilia	B1.22	
Medina, Analía Verónica	B5.21	
Medina, Clarisa	B5.26	
Menna, Máximo	B1.31	
Mebert, Andrea Mathilde	B5.28	
Mercado, Adela	B5.30	
Minchiotti, Mariana	B1.17, B1.52	
Miodosky Carp, Rocco	B3.04	
Moglioni, Albertina G.	B1.54	
Molina, Mario Rolando	B1.11, B1.16	
Molina, Marisa Nile	B5.36	
Montaña, M. Paulina	B1.19	
Montecinos, Rubén	B1.13	
Morrone, María Eugenia	B1.18	
Mosse, Juana	B4.08	
Mostraccio, Juan Ignacio	B1.40	
Munafo, Giuliana	B2.03	
Muñoz, Vanesa Alejandra	B2.06, B5.15	
Muscia, Gisela Celeste	B5.27	
N		
Nahuelhual, Eugenia Gabriela	B4.19	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
N		
Nesprias, Rosa Karina	B1.28	
Núñez, Ivana	B1.45	
Núñez, Josefina	B5.14	
Núñez, Laura Alejandra	B1.11, B1.16	
Núñez-Oviedo, María Cecilia	B4.03	
O		
Odetti, Héctor	B4.20	
Odetti, Lucía	B5.26	
Ohanian, Gabriela	B2.07, B2.17	
Ojeda, Agostina	B4.18	
Olguin, Raiquen E.	B1.15	
Olivares, María Eugenia	B5.19	
Oppezzo, Guido A.	B2.15	
Ordoñez, Vanesa Natalí	B1.37	
Orquera Saraza, Nahuel	B5.14	
Ospina, Natalia	B1.43	
Otoya Bet, Susana	B4.28	
Ouviña, Adriana	B2.18	
P		
Pacheco, Luana	B5.14	
Pagano, Ana María	B4.24	
Pamparato, María Laura	B1.04	
Panozzo, Marcela	B5.14	
Pareja, Lucía	B1.12	
Parravicini, Oscar	B2.01, B2.02	
Pasqualone, Magalí	B1.18	
Paullier, Ana Paula	B1.12	
Pazos, Mariana	B1.45	
Peixoto, Alejandro	B1.45	
Pelaez, María Paula	B1.33	
Peluso, Camila	B2.15	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
P		
Pérez, María Emilia	B1.07	
Pérez Adassus, María Belén	B.4.11, B5.20	
Pérgola, Martín	B1.34, B1.43	
Perna, Oriana	B5.28	
Petroski, Noelia Elizabeth	B5.31	
Picón, David	B1.10	
Pietrasanta, Jeremías	B5.14	
Pila, Matías	B1.42, B2.14, B3.02, B4.21	
Pino, Ana Laura	B1.03	CT.07
Pinto Cañón, Gabriel	B4.01	
Ponce, María Belén	B1.10, B1.14	
Pontoni, Sofía	B5.26	
Ponzoni, Ignacio	B2.05	
Possetto, David	B5.05	
Porcal, Williams	B1.45	
Porro, Silvia	B5.02	
Pucci, Andrea Lucia	B1.27	
Pujol-Cols, Tatiana Hilen	B4.09	
Purpora, Rebeca	B1.22	
Q		
Quaino, Paola	B2.16	
Quintanilla Gatica, Mario		
Quintero, Teresa	B1.09	
Quinteros, Rubén Arturo	B3.01	
R		
Ramírez, Lisette Aime	B4.14	
Rapossi, Silvina	B2.04	
Raviolo, Andrés		CT.04
Redko, Flavia	B2.18	
Relling, Verónica M.	B1.56	
Repetto, Marisa		

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
R		
Reus, Sabrina	B1.40	
Reyes, Maria Silvina	B5.02, B5.04	
Ribero, Gustavo Gabriel	B1.37	
Rikal, Luis Ignacio	B1.30	
Rinaldi, Ana Laura	B1.46	
Riva-Riquelme, Romina	B4.03	
Robello, Elizabeth	B4.08	
Rocha, Bautista	B1.05	
Rodríguez, María Cecilia	B4.17	
Rodríguez, Cristina S.	B1.56	
Rodríguez, Marcela	B4.28	
Rodríguez Zotelo, Juan	B5.30	
Rohr, Marcela Andrea	B1.55, B3.04	
Romanelli, Gustavo Pablo	B1.07	
Romero, Jorge Marcelo	B5.19	
Rosas Rivas, Oswaldo José	B2.06, B4.26, B5.15	
Rossler, Eugenia	B1.37	
Rudi, Juan Manuel	B5.02	
Ruiz, Danila	B1.42	
S		
Sabatini, Natalia	B1.34	
Sadowski, Lelia Yasmin	B5.31	
Said Adamo, María del Milagro	B1.50	
Saint Martin, Malen	B2.18	
Saldis, Nancy	B5.01	
Salinas, Borja	B5.01	
Salto, Héctor Javier	B5.08	
Salvetti, Susana C.	B1.19	
Sánchez, Gabriel	B5.14	
Sánchez, Germán Hugo	B5.26	
Sánchez, Juan Pablo	B2.16	CT.02

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
S		
Sánchez, Micaela	B4.27	
Sánchez, Rodrigo Marcelo	B4.07	
Sánchez, Victoria	B4.27	
Sánchez Rodríguez, Yanina Pamela	B1.06	
Sanhueza, Cristina	B4.19	
Santiago, Lea Vanessa	B5.25	
Scaine, Trinidad Rayen	B4.05	
Scheverin, Verónica Natalia	B5.20	
Seel, Oriana Melisa	B5.15	
Senger, Mariela	B5.34	
Seufert, Ariana Giselle	B5.25	
Shmidt, M. Sol	B2.15	
Siewruk, Irene Marisel	B1.39	
Sologubik, Carlos A.	B4.24	
Somma, Agustín	B5.16	
Soria, Fernando	B5.30	
Soriano, M. Rosario	B4.06	
Suarez, Juan Cruz	B2.15	
Sujatovich, Luis	B1.18	
Suvire, Fernando	B2.01, B2.02	
T		
Talio, María Carolina	B5.11, B5.12	
Tannuri, María Cecilia	B5.25	
Tapia, Carola del Valle	B5.03	
Tarcaya, Verónica	B2.18	
Tello, Jesica A.	B1.15, B1.19	
Tévez Leguizamón, Serena María	B5.08	
Thir Ferreyra, Nadia Lorena	B5.08	
Toledo, María Victoria	B5.09	
Traid Zang, Alondra Micaela	B5.31	
Tuttolomondo, María Victoria	B5.28	

ISBN 978-987-47159-9-9

Autor/a	Trabajo presentado	Curso-taller dictado
U		
Ulloa, Jerónimo	B2.18	
V		
Valdez, Susana	B1.22	
Valente, Graciela	B1.22	
Vallejos, Facundo Atilio	B4.16	
van Baren, Catalina	B2.18	
Vanasco, Virginia	B.4.08	
Vazquez, Gustavo Esteban	B2.05	
Velázquez, Dulce Nepullén	B1.20	
Vélez, María Ayelén	B1.03	
Vergne, Rodolfo	B1.36	
Videla, Silvina	B2.17	
Vila, Jesús Alberto	B1.49	
Villalba, Víctor	B1.40	
Villarreal, Ana Sofia	B4.04	
Vizgarra, Silvina	B5.14	
W		
Walantus, Leonardo Horacio	B5.31	
Wolf, Irma Verónica	B1.03, B5.04	
Wottitz, Carlos Augusto	B5.08	
Wright, Viviana Loida	B1.02	
Wuilloud, Rodolfo	B5.23	
Z		
Záccaro, María Clara	B5.25	
Zambon, Alfio	B1.25	
Zangrando, Agustina María Emilia	B4.17	
Zaragoza, Florencia	B5.14	
Zorrilla, Erica Gabriela	B4.12	



ASOCIACIÓN QUÍMICA ARGENTINA

División Educación Química

www.aqa.org.ar

ISBN 978-987-47159-9-9