

APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN LOS LABORATORIOS ANALIZANDO PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUAS

Marcela Rodríguez^{1,*}, Nidia Viviana Brusadín¹

1-Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza – Rodríguez 273 – Ciudad – Mendoza.

E-Mail: marcela.rodriguez.agem@gmail.com

El objetivo de esta propuesta educativa fue potenciar los trabajos de laboratorio de Química de ingeniería como herramienta didáctica, diseñando dichos trabajos como pequeñas investigaciones guiadas. Se utilizó como tema transversal algunos parámetros de calidad del agua en diferentes zonas de Mendoza. Dicho tema es muy adecuado porque permite integrar los conceptos desarrollados en los prácticos y permite además incorporar en la cátedra la ética de la Química Sustentable.

Palabras Clave

Didáctica, laboratorio, Química Sustentable, calidad, agua.

Introducción

La propuesta que se presenta en este trabajo surgió a partir de investigaciones previas que se realizaron en la cátedra de Química General de Ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza.

En dichas investigaciones se revisó el estilo didáctico en el diseño y desarrollo de los trabajos prácticos de laboratorio, los que constituyen una poderosa herramienta pedagógica.

Tradicionalmente, cada práctico de laboratorio está separado por experiencias, en algunas de dichas experiencias se ha evolucionado desde el estilo didáctico tipo “receta de cocina”, al estilo denominado “pequeñas investigaciones guiadas” (Caamaño, 1992).

Se diseñó una serie de experiencias siguiendo este estilo de “pequeñas investigaciones guiadas”. Las experiencias estaban relacionadas entre sí mediante un tema transversal común a las ingenierías.

Se eligió como tema transversal la determinación de algunos parámetros de calidad del agua de diferentes fuentes en Mendoza, problemática común a las ingenierías que permite introducir en la cátedra la Ciencia Sustentable.

La primera experiencia consistía en determinar un parámetro de calidad de muestras de agua de diversos orígenes. A medida que se avanzaba en el desarrollo de la materia, se analizaban nuevos parámetros, lo que implicaba introducir nuevos conceptos, integrados a los anteriores.

Antecedentes y fundamentos

Desde el año 2010 se está investigando en la cátedra el modo de diseñar y desarrollar los prácticos de laboratorio y su influencia en la adquisición de conceptos por parte de los alumnos, debido a las dificultades observadas que presentan en la comprensión de algunos conceptos y la necesidad de realizar experiencias de laboratorio que ayuden a lograr los objetivos de aprendizaje propuestos.

En este trabajo se utiliza como marco teórico, las investigaciones realizadas que proponen diseñar y desarrollar los trabajos prácticos de laboratorio, como Pequeñas Investigaciones Guiadas (Caamaño, 1992).

Dicha propuesta se contrapone contra el enfoque tradicional tipo “receta de cocina” que consiste en una simple transmisión – recepción de conceptos ya elaborados la cual ha revelado poco beneficioso

para los estudiantes y que no contribuye a que puedan comprender lo que es la actividad o investigación científica (Barberá y Valdéz, 1996).

Coincidimos en que “Es posible que ese tipo de enseñanza sea útil para aprender a seguir instrucciones o desarrollar habilidades técnicas, pero no se le debe sobrevalorar en cuanto a su alcance didáctico” (Flores, Caballero y Sahelices Moreira, 2009).

También utilizamos los planteamientos de Hodson (1994) sobre el rol del laboratorio en la enseñanza de las ciencias, que establece las distintas fases que debe tener un práctico de laboratorio para lograr un aprendizaje significativo.

Transversalmente, la cátedra ha avanzado en la incorporación de la Química Verde o Sustentable y técnicas de Microescala en los laboratorios.

A nivel mundial, se está dando un notable paso adelante en el estudio y tratamiento científico de la situación de emergencia planetaria con el surgimiento de un nuevo campo de conocimiento, la Ciencia de la Sostenibilidad, en el que se integran contribuciones procedentes de los más diversos campos científicos, incluidos el de la llamada Química Verde y el de la Educación Química para la Sostenibilidad. Consideramos que como docentes debemos cambiar la forma cultural en que los alumnos se relacionan con la sostenibilidad.

Por lo tanto, el desarrollo de prácticas del tipo “pequeñas investigaciones guiadas” con una problemática transversal común a las ingenierías como es la calidad del agua, relacionadas por una ética transversal de Ciencia de la Sustentabilidad, nos parece muy adecuado.

Sin embargo, el diseño y desarrollo de dichas prácticas no es sencillo, los problemas complejos ambientales tienen muchas variables a analizar, además no es sencillo competir con prácticas tradicionales didácticas, sencillas, bonitas con una sola respuesta del tipo: funcionó o no funcionó el experimento tal cual se esperaba.

Por estas razones, no se pretende cambiar el enfoque de todas las prácticas, solamente aquellas en que el cambio es relevante.

Descripción de las experiencias de laboratorio

El programa tiene la siguiente secuencia de trabajos prácticos de laboratorio:

Laboratorio N°1: Normas de Seguridad en el laboratorio. Reconocimiento de materiales de laboratorio. Sistemas Materiales. Separación de fases.

Laboratorio N°2: Reacciones químicas.

Laboratorio N°3: Soluciones. Preparación. Factores que modifican la Solubilidad.

Laboratorio N°4. Soluciones Diluidas: Propiedades Coligativas.

Laboratorio N°5: Equilibrio ácido – Base

Laboratorio N°6: Electroquímica.

Dichos prácticos están clasificados en experiencias, las cuales son normalmente del tipo tradicionales, por ejemplo para el práctico N°1 “métodos de separación física de una mezcla heterogénea de sal, arena y carbón”.

Sin embargo, una de las experiencias del práctico se diseñó del tipo “pequeña investigación guiada”. Consistía en determinar el total de sólidos disueltos en muestras de agua utilizando un conductímetro. Para abordar esta experiencia se necesitan conceptos como sustancias puras y mezclas, soluciones de electrolitos y concentración de soluciones.

Las experiencias tipo investigaciones guiadas fueron:

En el práctico de laboratorio N°1: Salinidad en muestras de agua.

En el práctico de laboratorio N°2: Cloruros y sulfatos en muestras de agua.

En el práctico N°3: Acidez por dióxido de carbono y mineral en muestras de agua.

A continuación se describe cómo se desarrollaron las experiencias tipo “pequeñas investigaciones guiadas”.

El tema transversal que se desarrolló fue la determinación de algunos parámetros de calidad de diferentes fuentes provenientes de Mendoza (de río, lago, red, efluente, destilada), investigar si había variación respecto a los esperables según la fuente del cual provenían, y en el caso que hubiera

variación, investigar cuales eran las posibles fuentes de contaminación. Se analizó: sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos y pH.

En el práctico N°1 el docente planteó el problema del aumento de la salinidad de fuentes de agua de Mendoza. Se les dio a los alumnos muestras de agua de diversas fuentes y en grupos debían planificar una pequeña investigación en la que debían verificar si la salinidad era la esperable para la fuente de la cual provenía la muestra y si no era la esperable realizar alguna hipótesis sobre la divergencia ocurrida y elaborar alguna conclusión.

Para planificar la experiencia, debían utilizar herramientas teóricas que les permitiera abordar el problema, realizar mediciones con un conductímetro y analizar los resultados obtenidos (transformar las mediciones a Sólidos Disueltos Totales). El docente orientó a los alumnos en la utilización de los instrumentos de medición. Transcurrido un plazo de haber realizado la experiencia debían entregar un informe de laboratorio con la investigación realizada, los resultados obtenidos y la conclusión a la que habían llegado.

El desarrollo de la experiencia de laboratorio sirvió para reflexionar sobre el problema del aumento de la salinidad del agua en algunas áreas de la Provincia de Mendoza y las múltiples fuentes de contaminación de la misma.

En el práctico N°2, en la experiencia de “cloruros y sulfatos en muestras de agua”, se utilizó las mismas muestras de agua que en la experiencia anterior, en este caso se determinó cloruros y sulfatos con reacciones químicas. La experiencia se diseñó para que integren conceptos previos (salinidad total, mediante determinaciones físicas) con conceptos nuevos (aniones cloruro y sulfato, a través de reacciones químicas).

Al entregar el informe debían comparar las determinaciones químicas realizadas con las físicas que habían hecho en el práctico anterior. Debían analizar si eran coherentes ambas determinaciones. Debían investigar además las posibles fuentes de contaminación del agua con cloruros y sulfatos y llegar a alguna conclusión.

En el práctico N°5, en la experiencia “acidez por dióxido de carbono y mineral en muestras de agua”. Se retomó con las muestras de agua y se tomó el pH de cada una con peachímetro e indicadores ácido base. En el desarrollo del práctico se expuso sobre las causas naturales y antrópicas de variación del pH en las fuentes de agua. Debía entregarse el informe correspondiente comparando las mediciones con las obtenidas en prácticos previos para llegar a una conclusión integradora e incluyendo transversalmente el problema de la variación del pH en el agua.

El docente evaluaba los informes y si tenían errores se los devolvía a los alumnos para que los vuelvan a presentar hasta que estuvieran correctos.

Cabe destacar que no es un curso de química analítica, por lo tanto las técnicas de determinación de cloruros y sulfatos no son exactas, son aproximadas y cualitativas, porque no está enfocado tanto en la técnica de determinación, sino en el concepto que involucra y las consecuencias que implican alta concentración de cloruros y sulfatos en el agua.

Expectativas de la propuesta y/o evaluación de la misma.

La propuesta se comenzó a aplicar a partir del año 2013. Se fue aplicando gradualmente. Entre el segundo semestre de 2014 y primer semestre del año 2015 se aplicó a tres prácticos de laboratorio en once cursos de Química y Química General de aproximadamente cuarenta alumnos por curso. La evaluación que se hizo hasta el momento es de tipo cualitativa y cuantitativa. La metodología de la evaluación de la propuesta consistió en analizar las preguntas y comentarios realizados durante el desarrollo del práctico, preguntar y grabar en algunos grupos que mediciones estaban realizando y que dificultades tenían.

Se realizó además un análisis detallado de cada informe presentado por los alumnos. En dicho análisis se tuvo en cuenta:

- a- si la medición y la técnica de determinación eran correctas.
- b- si obtuvieron conclusiones relevantes.

- c- si tuvieron errores conceptuales.
- d- si presentaron información adicional adecuada.
- e- si pudieron relacionar e integrar los conceptos adquiridos en los tres prácticos.
- f- si pudieron relacionar conclusiones obtenidas en los tres prácticos.
- g- si presentaron la bibliografía utilizada.

Se comparó el tipo de informes con este estilo y con informes presentados en años anteriores con el estilo tradicional.

Las observaciones se muestran en la siguiente tabla:

	Experiencias “tradicionales”	Experiencias tipo “pequeñas investigaciones guiadas”
Medición y técnica de determinación	Correctas en un alto porcentaje	Correctas en un alto porcentaje
Conclusiones relevantes	Del tipo: funcionó o no la experiencia. Las conclusiones eran predeterminadas.	Más amplias por ser el problema más complejo y con más variables a analizar. Las conclusiones no estaban predeterminadas.
Errores conceptuales	Pocos.	Los alumnos tuvieron que realizar una producción propia y de esta forma se pudieron detectar más errores conceptuales lo que permitió al docente analizarlos y detectar las dificultades.
Presentaron información adicional adecuada	No, no era requerida.	Si, presentaron información pertinente al tema.
Presentaron la bibliografía utilizada	No.	Pocos.
Pudieron relacionar e integrar las mediciones y conclusiones de los tres prácticos.		Se observó mucha dificultad en relacionar e integrar conceptos previos y conclusiones ¹ .

¹ El docente recibía el informe y si lo consideraba bien hecho lo aprobaba. Si no estaba bien, lo devolvía y el alumno lo tenía que corregir y volver a entregar, al analizar el informe corregido, se observaron importantes mejoras en la integración de conceptos y conclusiones.

Tabla N°1: Análisis de los informes presentados por los alumnos.

Conclusiones

Consideramos que el diseño de una serie de experiencias con conceptos y conclusiones integrados, con un tema transversal común a todas las ingenierías, como es el problema de la calidad del agua en zonas de Mendoza, abordado dicho problema con una ética transversal de Ciencia de la Sustentabilidad, fue una experiencia muy enriquecedora tanto para los alumnos como para los docentes.

Si bien no es sencillo diseñar ni corregir prácticos de laboratorio con este enfoque, es valioso que los alumnos, que tienen que cumplir con la instancia tradicional de entregar un informe de laboratorio, lo realicen de esta forma, que les implica un mejor aprovechamiento de las herramientas didácticas que significan las experiencias de los laboratorios y de la información a la que acceden fácilmente a través de internet.

Además si desarrollamos los prácticos bajo el enfoque de Investigaciones Guiadas estamos potenciando en los alumnos la capacidad de investigación y de resolución de problemas a los que se enfrentarán cuando sean ingenieros.

Fue muy interesante el tipo de conclusiones que elaboraron al entregar los informes, se caracterizaron por ser abiertas y totalmente diferentes unas de otras.

Bibliografía

[1] A. Caamaño Ros. Los trabajos prácticos en ciencias experimentales: Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación [versión electrónica]. *Aula de innovación educativa*, 1992, 9: 61-68.

[2] A. Vilchez, D. Gil, (2013, 25 de febrero). Ciencia de la sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo. *Educación Química*, 24. Recuperado el 26 de julio de 2015, de <http://www.oei.es/cienciayuniversidad/spip.php?article3928>

[3] Clair N. Sawyer, Perry L. McCarty, Gene F. Parkin, *Química para Ingeniería Ambiental*, 4a. Edición, Mc Graw Hill, Colombia, 2001, pág 500-507.

[4] *Década por una Educación para la Sostenibilidad*. (s.f.). Recuperado el 2 de mayo de 2014, de <http://www.oei.es/decada>.

[5] D. Hodson, Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 1994, 12(3), 299-313.

[6] J. Flores, M. Caballero Sahelices, M. Moreira. El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje [versión electrónica]. *Revista de Investigación*, 2009, 68 (33), 75-112.

[7] M.J. Insausti, Análisis de los trabajos prácticos de Química General en un primer curso de universidad [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 1997, 15(1), 123-130.

[8] O.Barberá, P. Valdés. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 1996, 14 (3): 365- 379.