

EJE TEMÁTICO: Enseñanza de Química como base para otras carreras

COMPETENCIA EN LA RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS NUMÉRICOS DE QUÍMICA

Cristina S. Rodríguez, Mabel I. Santoro, Verónica Relling

Área Química, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) Universidad Nacional de Rosario Pellegrini 250, 2000 Rosario
e-mail: cristina@fceia.unr.edu.ar

RESUMEN

Con el propósito de mejorar la competencia en la resolución de ejercicios numéricos de Química en la FCEIA (UNR), se investigaron las capacidades que poseen los estudiantes, las que debieran fortalecer y aquellas a adquirir para resolverlos. En esta presentación se detallan los objetivos y resultados obtenidos de la investigación que constituye una primera etapa de un proyecto más amplio.

Palabras clave: química, ejercicios numéricos, competencias, justificación.

Introducción

Hoy en día, la sociedad requiere de personas capaces de resolver problemas con efectividad; es por ello que los estudiantes de carreras de ingeniería necesitan aprender cómo razonar, comunicarse, solucionar problemas complejos de manera pertinente, como dice Pozo: *“Fomentar en los alumnos la capacidad de aprender a aprender”* [1].

Según los investigadores en didáctica de las ciencias experimentales, la resolución de problemas es una de las estrategias más utilizadas por los profesores de ciencias en la instrucción y en la evaluación; desempeña un papel crucial en el currículo de ciencias y, como competencia básica es uno de los objetivos más importantes de la educación en ciencias [2,3]. Tanto en modelos de enseñanza y aprendizaje tradicionales como en los más innovadores, la resolución de problemas es una actividad obligada y específica, cuya relevancia queda legitimada y potenciada al incluirse en todas las instancias de evaluación [4].

Además de las dificultades conceptuales, los estudiantes muestran debilidades en el uso de estrategias de razonamiento y solución de problemas propios del trabajo científico [1]. Tienden a abordar los problemas centrando sus esfuerzos en alcanzar el resultado correcto, poniendo el énfasis en la búsqueda de la fórmula adecuada y llegando, incluso, en ocasiones, a la solución correcta sin haber comprendido lo que han hecho. Poseen escasa capacidad para abordar problemas diferentes a los resueltos en clase [4] y escasa verbalización lo cual puede ser un serio impedimento en la valoración de sus procesos [5].

De todo el contenido que se enseña, nos preguntamos qué saben hacer los estudiantes con lo que se supone que han aprendido o qué competencias han adquirido en la instrucción previa y en el desarrollo de la propuesta por la cátedra de Química. Esta pregunta significó el compromiso de profundizar, más que en el contenido de la asignatura, en las habilidades y capacidades que deben mejorarse y adquirirse. Durante una década, dedicamos nuestros esfuerzos en enseñar a justificar y argumentar la elección de diferentes opciones planteadas en problemas cualitativos de química relacionados a las propiedades de sustancias y materiales, implementando instancias de enseñanza explícitas de estas habilidades. Concretamente, enseñamos cómo se argumenta y se justifica en química y qué particularidades presenta el texto argumentativo y justificativo. Sin embargo, no reforzamos estas capacidades cognitivo-lingüísticas en la resolución de problemas numéricos.

Un bajo porcentaje de los estudiantes de las distintas ingenierías no químicas solo resuelven exitosamente ejercicios numéricos (problemas tipo) correspondientes a la aplicación mecánica de conceptos específicos. La dificultad más relevante es la resolución de ejercicios de integración conceptual (problemas de integración), en los cuales se debe: saber qué; saber cuál, saber cómo (aplicación de reglas y procedimientos), saber por qué (justificar, argumentar), saber cuándo, dónde y cómo aplicar los conocimientos [6].

En la FCEIA, los estudiantes arriban al único curso de Química en el tercero o cuarto cuatrimestre de las carreras de ingenierías, con las habilidades y competencias que supieron desarrollar en la educación formal secundaria, dos o tres años anteriores al momento de cursar. Al no poseer cursos, ni talleres de nivelación de Química introductorios en la FCEIA, el currículum de la asignatura, en el escaso tiempo de dieciséis semanas y 5 h semanales, está planificado en actividades: a) clases teóricas; b) clases de problemas numéricos de respuesta única de lápiz – papel (“problema tipo” y “problemas de integración”) todos ellos contextualizados y pertinentes al perfil de los estudiantes y c) experiencias prácticas en el laboratorio para la resolución de problemas experimentales, en donde se persigue la enseñanza y el aprendizaje de vocabulario, métodos, técnicas y competencias comunicativas como la escritura de informes y textos justificativos y argumentativos.

Para suplir la falta de instancias previas de nivelación, los problemas tipo se encuentran desarrollados en el cuerpo del libro de texto [7] especialmente elaborado por docentes de la cátedra para los estudiantes de estas carreras. Los problemas integrados se encuentran resueltos y justificados en plataforma de la facultad [8].

Si interpretamos que un problema es una situación en la cual se desconoce el camino a seguir para llegar a la solución y un ejercicio es conocer dicho camino por experiencia previa, debemos reconocer, entonces, que los ejercicios que se plantean en este trabajo constituyen problemas para los estudiantes de ingenierías no químicas, no así para nosotros los docentes, que los consideramos simples ejercicios. Por todo lo expuesto, consideramos que, desde el marco conceptual de los docentes, se enseñan y se evalúan ejercicios (de allí el título del trabajo).

Objetivo

Investigar capacidades y habilidades de los estudiantes para resolver problemas numéricos, al comenzar el curso, en la segunda, séptima y octava semana en donde se tomó la primera evaluación.

Metodología

En esta primera etapa, la investigación se centró en veinticinco (25) estudiantes que cursan el segundo año de las diferentes carreras de ingeniería no químicas de la FCEIA, en el primer cuatrimestre de 2015.

El diseño es de carácter descriptivo, exploratorio y el estudio es longitudinal. Los estudiantes presentes al inicio de la primera clase participaron voluntariamente en las siete semanas posteriores y resolvieron la primera evaluación. En todos los casos los estudiantes se identificaron con un código secreto que nos permitió hacer el seguimiento en las ocho semanas.

1) Capacidades investigadas:

1.1.- Al inicio del curso:

1.1.1.- Identificar el conocimiento (conceptos, lenguaje, principios y modelos de la química) necesario para obtener un resultado o conclusión.

1.1.2.- Justificar el resultado de un ejercicio con el conocimiento que poseen, utilizando e interpretando los datos del ejercicio.

1.2.- Las que pretendemos que adquieran en las primeras ocho semanas del curso de química:

1.2.1.- Aplicar los conocimientos de la química a una situación determinada.

1.2.2.- Interpretar, utilizar y justificar la elección de los datos y los supuestos subyacentes.

1.2.3.- Justificar la elección de una opción entre varias sugeridas y procedimientos y soluciones matemáticas que, con criterio químico, se emplean en la resolución de los ejercicios numéricos.

1.2.4.- Predecir resultados.

2) Instrumento

Se construyó un instrumento con cuatro TAREAS (T1, T2, T3 Y T4) para conocer con qué capacidades ingresan y cómo evolucionan en el transcurso de la enseñanza (siete semanas) que incluyó, además de conocimientos conceptuales propios de química, las estrategias y habilidades mentales para resolver los ejercicios numéricos. Son preguntas de respuesta única. Fue aplicado en tres MOMENTOS diferentes, antes del desarrollo de la ejercitación planificada: M 1: primera semana. M 2: segunda semana de clase; M 3: séptima semana.

A continuación, se presenta una versión resumida de las tareas:

T1.- Identifique cada expresión como: sustancia (S) o mezcla de sustancias (MS).

Diamante, Sal de cocina, Cemento Portland, Dióxido de carbono, Agua potable, Gasolina, Nitrato de amonio, Alcohol etílico, GNC, Agua, Metano, Agua de mar, Aire, Amoníaco, Acero, Sulfato de cobre(II), Carbonato de calcio, Oro, Agua lavandina y Lluvia ácida.

T2.- Sustancias presentes en un mineral: hidróxido de calcio con un porcentaje de pureza de 10 % y dióxido de silicio con un porcentaje de pureza de 5 %

2.1.- escriba la representación simbólica (fórmula química) de cada sustancia

2.2.- informe la masa de cada sustancia en 50,0 g de mineral.

2.3.- informe la cantidad de sustancia (mol) de cada sustancia en 50,0 g de mineral.

T3.- Represente simbólicamente a los iones *Fluoruro, Calcio(II) Magnesio (II), Potasio(I)*

T4.- Lea atentamente el siguiente ejercicio: Se hizo reaccionar un material que contiene **cinc al 65,0 %** de pureza, con **solución** de HCl(ac). La reacción representada por: $Zn(s)+2HCl(ac)\rightarrow H_2(g)+ZnCl_2(ac)$, cursó con **89 %** de rendimiento. Al finalizar la reacción el volumen de gas obtenido fue **40 L** en CNPyT. **Responda** las siguientes preguntas con MAYOR ó MENOR ó IGUAL y **justifique** dicha respuesta,

a) *Cómo será el valor del Volumen de gas obtenido si el porcentaje de rendimiento fuera 100 % (manteniendo constantes todos los otros datos):*

b) *Cómo será el valor del volumen de gas obtenido si el porcentaje de pureza del cinc fuera 90 % (manteniendo constantes todos los otros datos):*

3) Primera Evaluación.

Para comprobar si los estudiantes fortalecieron y/o adquirieron las habilidades que nos propusimos enseñar, se analizaron los resultados a las preguntas de uno de los ejercicios de la primera evaluación que se concretó en la octava semana. Son todas de respuesta única.

*Para producir la síntesis de monóxido de calcio se introducen en un reactor 32 g de gas dioxígeno y 80 g de un material que contiene calcio al 40 % de pureza. a) **Represente** mediante una **ecuación química** la síntesis irreversible del monóxido de calcio sólido. b) **Calcule** la masa de producto al 100 % de rendimiento y **justifique** los cálculos. Si luego de finalizada a reacción se produjeron 0.1 mol de producto, c) **calcule** el rendimiento de la reacción.*

Resultados

T1: DIFERENCIAS ENTRE SUSTANCIA Y MEZCLAS DE SUSTANCIAS

Porcentaje de estudiantes que clasificaron correctamente entre 16 y 20 nombres: M1: 38%; M2: 50 %; M3: 78 %. Los nombres mejor clasificados fueron: oro y cemento. En M1 y M2 un alto porcentaje de nombres de sustancias compuestas fueron clasificados como mezclas.

T2: En M1 y M2 los resultados correctos en esta tarea fueron insignificantes y la mayoría de los estudiantes no expresaron respuesta. En M3 se obtuvieron los siguientes resultados:

-REPRESENTACIÓN SIMBÓLICA DE SUSTANCIAS

BIEN dióxido de silicio 100 %. **BIEN** hidróxido de calcio 43 %

-CANTIDAD DE SUSTANCIA

BIEN 43 % para ambas sustancias

-APLICACIÓN DEL CONCEPTO "PORCENTAJE PUREZA"

BIEN resuelto el cálculo sin considerar procedimiento matemático 79%

T3: REPRESENTACIÓN SIMBÓLICA DEL CATIÓN CALCIO (II)

Para todos los iones aumentaron representaciones correctas al pasar del M1 al M3. Para catión calcio(II) **BIEN:** M1: 5%, M2: 13%, M3: 79%

T 4: RENDIMIENTO y PROPORCIÓN ESTEQUIOMÉTRICA

Solo el 14 % de estudiantes logró en M3 contestar y justificar correctamente. En M1 y M2 no obtuvimos respuestas.

PRIMERA EVALUACIÓN DE ACREDITACIÓN

Ítem a: **BIEN** 86 %, **MAL** 14 %

Ítem b:

Cálculo de sustancia en el material: **BIEN:** 80 % y determinación del **reactivo limitante (RL): BIEN:** 89%. Solamente el 23% de las respuestas **BIEN** contestadas fueron justificadas correctamente.

Ítem c:

BIEN: 77%; **MAL:** 23%

Discusión de resultados

T1) La identificación de las sustancias no es fácil para estos estudiantes. Siguen sosteniendo después de siete semanas que agua lavandina, gasolina y sal de cocina son sustancias, como así también que nitrato de amonio y carbonato de calcio son mezclas.

T2) La sustancia mejor representada es el dióxido de silicio. La nomenclatura "hidróxido de calcio" no les permite inferir directamente la representación simbólica correcta.

En el caso de cantidad de sustancia se consideró el concepto bien aplicado independientemente de la expresión correcta de la fórmula empírica. Sin embargo el bajo porcentaje de respuestas correctas muestra la dificultad del concepto.

En la aplicación de porcentaje de pureza el desconocimiento es total, al inicio. Aquí el contexto (clase de química) influye negativamente, pues es un concepto de la vida cotidiana que bien pudo ser aplicado correctamente independientemente de saber o no química.

T3) En cuanto a las representaciones de los iones, sabíamos de la debilidad al comienzo, sin embargo nos interesa el catión Calcio (II), pues es significativamente importante para la escritura de las sales y su hidróxido. En la séptima semana logran representar correctamente el catión pero la mitad de esos estudiantes solo puede representar correctamente el hidróxido de calcio.

T4) a) La justificación solicitada está basada en el concepto de rendimiento de una reacción y la mayoría informa que el Volumen del gas será mayor por definición de rendimiento pero no explicitan el concepto, solo tres estudiantes justificaron completa y correctamente explicitando el concepto de rendimiento.

b) Tres estudiantes expresaron las razones completa y correctamente de por qué pueden obtenerse dos valores diferentes de Volumen según si el ácido es o no el RL. Un estudiante sólo justificó correcta y completamente de por qué le daría un valor de Volumen igual al de la respuesta.

PRIMERA EVALUACIÓN DE ACREDITACIÓN: La expresión del enunciado, el contexto (primera evaluación) y la actitud positiva de los estudiantes a realizarlo con éxito, hicieron que un porcentaje aceptable mejorara levemente determinadas destrezas matemáticas de validez química y habilidades propias de la resolución del problema, como: cálculo de masa de sustancia presente en el material; determinación del RL; cálculo de rendimiento; concepto cantidad de sustancia. Sin embargo, no lograron mejorar la capacidad *justificar la resolución*, como: por qué la necesidad de determinar el RL ni por qué determinar o calcular la masa de sustancia en el material. Entienden por justificación la descripción del procedimiento matemático.

Conclusiones

Esta debilidad deberá ser revertida pues, en la segunda mitad del cuatrimestre, estos contenidos y los referidos a equilibrio ácido-base y óxido-reducción son determinantes para resolver los problemas integrados de interés ingenieril. Suponemos que dicha debilidad puede deberse a la pobre interacción dialógica en aula con debate oral justificado.

Referencias bibliográficas

[1] J. I. Pozo, M.A. Gómez Crespo. *Aprender y enseñar Ciencias*, Ediciones Morata S.L. Madrid, **2006**.

[2] J.J. Solaz Portolés, V. Sanjosé López. Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, **2008**, 1, 147-162.

[3] J.J. Solaz Portolés, V. Sanjosé López, Á. Gómez López. Aprendizaje basado en problemas en la Educación Superior: una metodología necesaria en la formación del profesorado *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, **2011**, 25, 177-186.

[4] C. Martínez Losada, S. García Barros, M. Mondelo Alonso, P. Vega Marcote. Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, **1999**, 17, 211-225.

- [5] B. Vázquez Bernal, R. Jiménez Pérez. *La importancia de la discusión a través de la evaluación en la resolución de ejercicios de Física y Química*. En C. Martínez y S. García (Ed.) *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*, 477-486. A Coruña: Serv. Publicaciones Universidad A Coruña. **1999**.
- [6] S.M. Juárez, C.S. Rodríguez, M.I. Santoro, V. Relling. Situaciones problemáticas en química para estudiantes de carreras de ingeniería no químicas ¿cómo justifican las acciones para resolverlas *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, **2014**, 28, 117-122.
- [7] O.H. Pliego, C.S. Rodríguez *Introducción a la Química General para Ingenierías y Ciencias Exactas* Magenta Impresos Rosario, **2012**
- [8] http://c-virtual.fceia.unr.edu.ar/entrada_c-virtual/catedras_de_carreras_de_grado_electronica.htm