

ANALOGÍAS EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTEQUIOMETRÍA: REVISIÓN DE PÁGINAS WEB

Andrés Raviolo^{1,2} y Gabriela Lerzo¹

1. Universidad Nacional de Río Negro; 2. Universidad Nacional del Comahue.
Bariloche. araviolo@bariloche.com.ar; glerzo@unrn.edu.ar

Eje V: Investigación educativa en Química

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de una búsqueda sobre analogías para enseñar estequiometría realizada en páginas Web. Se analizan los resultados obtenidos a la luz de una serie de preguntas que plantea la investigación y se emiten sugerencias para la enseñanza. Se concluye que un profesor encontrará en Internet varios ejemplos de analogías, pero pocas secuencias adecuadas y escasas propuestas sistematizadas y fundamentadas a la luz del conocimiento de la Didáctica de las Ciencias. El trabajo con la analogía debería reforzar especialmente la comprensión profunda del significado de la ecuación química.

Palabras claves: Enseñanza, estequiometría, analogías, búsqueda Internet

Fundamentación

Estequiometría es un tema de la química en el que los estudiantes presentan muchas dificultades, dado el grado de abstracción de los modelos que lo explican y el tipo de razonamientos que exige su formalización. Durante su enseñanza se aprecia cierta monotonía metodológica centrada en la resolución de ejercicios con, generalmente, poco trabajo experimental y escaso uso de otros recursos didácticos. Por ello, para enseñar este tema los docentes son proclives a emplear estrategias de enseñanza que incluyan analogías. Internet es una fuente de recursos didácticos muy empleada por docentes de química. En Internet se encuentran muchas propuestas sobre enseñar estequiometría con analogías.

Una analogía es una comparación de estructuras y/o funciones entre dos dominios (Duit, 1991): un dominio conocido (análogo) y un dominio nuevo o parcialmente nuevo de conocimiento (objetivo). Entre ellos se establece un conjunto de relaciones y, además, existen atributos no compartidos que constituyen las limitaciones de la analogía (Oliva et al, 2001).

El uso de analogías en el aula llama la atención de los alumnos y, en muchos casos, pueden ser la causa o refuerzo de confusiones o concepciones alternativas. Esto último se debe, en gran parte, a su presentación asistemática, sin un encuadre metodológico adecuado, tanto de profesores como de autores de libros. Como producto de la experiencia y de la investigación se han sugerido secuencias para enseñar con analogías. Por ejemplo, la secuencia TWA (Glynn, 1991), que consta de seis pasos: (1)

introducir el concepto objetivo; (2) recordar el concepto análogo (activarlo); (3) identificar características relevantes del objetivo y del análogo; (4) establecer las correspondencias de similitudes (transferir y aplicar); (5) indicar las limitaciones de la analogía, y (6) sacar conclusiones. El orden de estos pasos puede variar pero lo importante es que se den todos los pasos. También Harrison y Coll (2008) presentan otra secuencia basada en la guía FAR: Foco, Acción y Reflexión y muestran, entre muchos ejemplos de aplicación de la secuencia, uno sobre estequiometría.

La efectividad de una analogía estará dada por el conocimiento de los atributos del análogo, el aprovechamiento que pueda hacerse de los atributos compartidos para comprender el objetivo, la profundidad de las conclusiones que se obtengan y las reflexiones metacognitivas realizadas.

Objetivos y metodología

Esta investigación se propone analizar las propuestas basadas en analogías, que se encuentran en Internet, para abordar la enseñanza de la estequiometría y, especialmente, el concepto de reactivo limitante.

Se utilizó Google para realizar una búsqueda sin restricciones, con las palabras: *analogías estequiometría*. La indagación se llevó adelante durante el mes de mayo de 2013.

En el análisis de las propuestas se respondieron las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tipo de contribución es?
2. ¿A qué nivel educativo está destinada?
3. ¿Cuáles son los análogos utilizados?
4. ¿Plantea una ecuación para el análogo? ¿Cuáles son las características de dicha ecuación?
5. ¿Qué confusiones fomentan? ¿Promueven o refuerzan concepciones alternativas?
6. ¿Se refuerza la analogía con el uso de imágenes?
7. ¿Presentan una secuencia para presentar la analogía? ¿Es una secuencia apropiada?

Otras preguntas, sobre las cuáles los resultados de su indagación no son incluidas en este trabajo son:

¿Cuál es el origen de estos análogos en la literatura específica? ¿Los autores citan la fuente original? ¿En qué medida respetan la propuesta original?
¿Se complementa con imágenes submicroscópicas? ¿Mencionan o implementan la línea investigación de la estequiometría conceptual?

Resultados

El buscador señaló más de 41.000 resultados dado el criterio abierto de búsqueda. Se analizaron las primeras 50 páginas web que ofrece el buscador y se encontraron 21 páginas distintas que presentan por lo menos una analogía para enseñar el tema estequiometría. (Las referencias de estas páginas pueden solicitarse a los autores).

A continuación se desarrolla el análisis de esas 21 propuestas, de acuerdo al orden de las preguntas formuladas anteriormente:

1. Tipo de contribución

Con respecto al tipo de contribución se encontraron:

- Trabajos académicos: tesis, artículos de revistas, presentaciones a congresos: 5 (24%). En donde figuran citas bibliográficas.
 - . Tesis de maestría: 1
 - . Presentación a congresos: 2
 - . Artículo de revista: 2
- Propuestas de enseñanza del tema: 16 (74%)
 - . Páginas web: 11 (52%)
 - . Libros: 4 (19%)
 - . Presentación Power Point: 1 (5%)

Entre los trabajos académicos encontramos uno en el que la totalidad de las referencias bibliográficas están bajadas de Internet. Y entre las propuestas de enseñanza una página menciona: “La estequiometría es más fácil con sándwiches!! Buscando en la Red, se encuentran cosas interesantes como esta dinámica, que en vez de usar manzanas para que se entienda lo que nos quiere decir, utiliza los sándwiches como analogía, léela atentamente y comenta acerca de lo que puedas entender”. Ambas demuestran la importancia del contenido disponible en la Web en la planificación de clases y experiencias didácticas.

De los 5 trabajos que presentan referencias bibliográficas: 4 incluyen alguna cita sobre enseñanza y aprendizaje con analogías, 2 sobre aprendizaje de la estequiometría y 3 sobre enseñanza de estequiometría con analogías.

2. Nivel educativo

Respecto al nivel educativo a que están dirigidos los trabajos se aprecia que la mitad están orientados a nivel medio y la otra mitad a nivel universitario. En el nivel universitario obviamente a cursos introductorios o de primer año.

- . Nivel medio: 43%
- . Nivel universitario: 43%
- . Ambos niveles: 14%

3. Tipo de análogo

Se encontraron 12 análogos diferentes en las 21 propuestas.

Los análogos empleados son: sándwich: 48%; ensamble tornillo, tuerca, arandela: 24%; fabricación camisas en serie: 10%; receta copa de helado: 10 %; ensamble auto: 10%; confección cuaderno de laboratorio: 5%; ensamble con Legos: 5%; frutas frutero: 5%; parejas de baile: 5%; receta de cocina: 5%; ensamble bicicletas: 5%; ramo de flores: 5%; ensamble lámparas: 5 %.

El 38% de los trabajos recurre a dos análogos. La analogía de sándwich, por ser muy versátil, es la más popular. De las 10 propuestas 6 se referían mayoritariamente a sándwich simple de jamón o de jamón y queso (P₂J o P₂QJ) y 4 a la analogía propuesta por Haim y otros (2003) de la formación de

un a partir de otros dos: $2P_2H_2 + P_2Q_2 \rightarrow 2P_3QH_2$. Luego encontramos 5 propuestas con la analogía de formar ensambles con tornillos, tuerca y arandelas (o rondanas), por ejemplo: $1To + 3Tu + Ro \rightarrow ToTu_3Ro$.

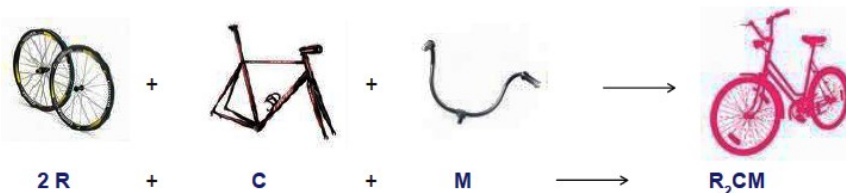
4. Ecuación química

Respecto al tratamiento de la ecuación química se aprecia:

- . no presentan ecuaciones “químicas” del análogo: 39%
- . presentan ecuaciones “químicas” del análogo con símbolos: 19%, por ejemplo:



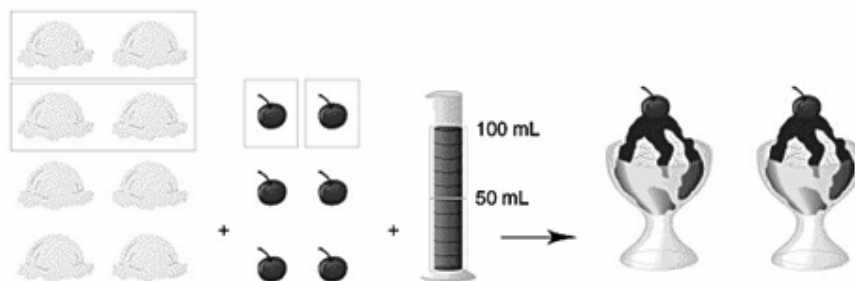
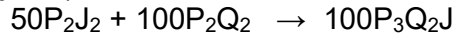
- . presentan ecuaciones “químicas” del análogo con palabras: 19%
1 jamón + 2 rebanadas de pan \rightarrow 1 “pan con jamón”
- . 1 carrocería + 4 ruedas \rightarrow 1 auto
- . presentan ecuaciones “químicas” del análogo con imágenes de objetos: 33% (muchas acompañadas con la ecuación con palabras o con símbolos)



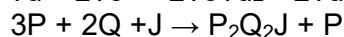
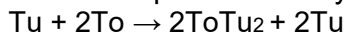
5. Concepciones alternativas

En referencia a las concepciones alternativas que pueden fomentar o reforzar, se encuentran:

- Trabajos que presentan ecuaciones química expresadas con las cantidades experimentales: 10% (ejemplos con símbolos y con imágenes de objetos)



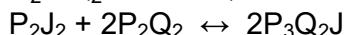
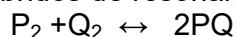
- Trabajos que presentan ecuaciones química expresadas con las cantidades experimentales y con el exceso expresado como producto: 19%



c. Algunos trabajos fomentan la confusión entre coeficientes y subíndices. Por ejemplo, al generalizar la idea de que los coeficientes estequiométricos son los subíndices del producto; en otras palabras, que los coeficientes estequiométricos de los reactivos determinan la fórmula del producto: 19%



d. Utilización de una flecha con dos puntas, que en rigor se utiliza para híbridos de resonancia: 10%



e. Algunas expresiones pueden reforzar la idea del cambio químico como la formación de una mezcla de los reactivos: 1 jamón + 2 rebanadas de pan \rightarrow 1 "pan con jamón". Sería mejor poner como producto un "sándwich de jamón" resaltando la idea de que se formó una nueva especie, que es distinta a sus partes.

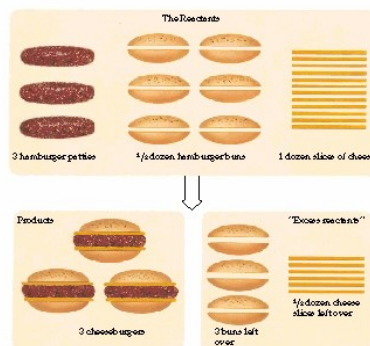
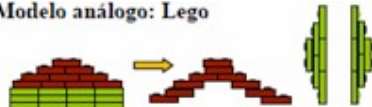
6. Uso de imágenes

Se refiere al hecho de si la presentación de la analogía o su secuencia didáctica se ve acompañada o reforzada con imágenes.

En 10 propuestas (48%) se presentan imágenes del análogo: 7 de la ecuación química (reactivos y productos), 2 de los productos solos y 1 de los reactivos solos. Algunos ejemplos de imágenes son:



Modelo análogo: Lego



7. Secuencia de enseñanza

Se refiere a si las propuestas siguen algún tipo de secuencia didáctica en la presentación de la analogía.

Los 5 trabajos académicos siguen una secuencia de actividades elaborada, pero sólo uno lleva adelante una de las secuencias publicadas para enseñar con analogías.

De las 16 páginas que ofrecen propuestas para enseñar estequiometría y, fundamentalmente el concepto de reactivo limitante, 9 (43% del total) la presentan como sólo un ejemplo para introducir el tema sin ecuaciones con símbolos.

Solamente tres trabajos del total muestran un cuadro con correspondencias entre el análogo y el objetivo, y éstos a su vez, no construyen las relaciones entre ambos, simplemente las enuncian. Ninguno expone las limitaciones de la analogía.

Conclusiones

En una búsqueda de analogías para enseñar estequiometría, un profesor encontrará en Internet varios ejemplos de éstas, pero pocas secuencias adecuadas y escasas propuestas sistematizadas y fundamentadas a la luz del conocimiento de la Didáctica de las Ciencias. Las referencias bibliográficas en los trabajos, incluso los académicos, no son abundantes y, sobre todo, poco específicas. El tratamiento es el mismo independientemente del nivel educativo al que se dirige la propuesta.

La mayoría de las páginas muestran analogías sólo para introducir el tema de la relación estequiométrica, o de reactivo limitante, del estilo “esto es como...”. No se detienen a profundizar las relaciones entre el análogo y el objetivo.

En muchas otras páginas que desarrollan actividades se aprecia que pueden promover o reforzar confusiones o concepciones alternativas. Un solo autor previene sobre la concepción alternativa de sostener que el reactivo que está en menor cantidad absoluta es el reactivo limitante.

El trabajo con la analogía debería facilitar especialmente la comprensión completa del significado de reacción química y de la ecuación química. Ésta podría presentarse primero con palabras y después con símbolos, atendiendo las consideraciones que se han hecho en este trabajo. Luego profundizar progresivamente siguiendo un paralelismo permanente entre análogo y objetivo, donde se consoliden las diferencias entre coeficientes estequiométricos y subíndices, y entre sustancia elemental y compuesto.

El uso de imágenes debe complementar la presentación, incluso pueden emplearse algunas de las interesantes simulaciones que existen, por ejemplo sobre la analogía del sándwich, como la de Weiner o la del entorno PhET.

Especial atención debe prestarse a las relaciones entre las cantidades experimentales, las representaciones a nivel submicroscópico y el simbolismo de la ecuación química y lo que ella representa.

Referencias bibliográficas

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science, *Science Education*, 75(6), 649-672.

Glynn, S. (1991). Explaining science concepts: a teaching with analogies model. En Glynn y otros (eds.). *The psychology of learning science*, Hillsdale, Erlbaum.

Haim, L., Cortón, E., Kocmur, S. y Galagovsky, L. (2003). Learning stoichiometry with hamburger sandwiches. *Journal of Chemical Education*, 80 (9), 1021-1022.

Harrison, A. y Coll, R. (eds.) (2008). *Using analogies in middle and secondary science classrooms*, California, Corwin Press.

Oliva, J. M., Aragón, M. M., Mateo, J. y Bonat, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 453-470.