

Enseñanza universitaria de la química: analogías y estequiometría

Investigación Educativa

Eje 5. Escenarios de enseñanza y de aprendizaje en la Universidad

Andrés Raviolo, Gabriela Lerzo y Marcelo Alvarez

Universidad Nacional de Río Negro y Universidad Nacional del Comahue. Bariloche.
araviolo@bariloche.com.ar

Resolución de problemas químicos, comprensión conceptual y uso de analogías

La Química presenta un cuerpo de conceptos abstractos y complejos. Tal como ha señalado Johnstone (1982) el aprendizaje profundo de la química requiere poder describir y explicar el fenómeno abordado en tres niveles de representación: (a) sensorial (macroscópico), (b) simbólico (ecuaciones, fórmulas) y (c) partículas (submicroscópico: átomos, moléculas, iones). Al respecto Gabel (1993) destaca que las dificultades de los estudiantes se deben a: (i) el énfasis puesto sobre el nivel simbólico y la resolución de problemas algorítmicos a expensas de los niveles macro y de partículas, (ii) las insuficientes conexiones entre los tres niveles, si es que son presentados en la enseñanza, y (iii) la falta de relación de los fenómenos con la vida cotidiana del alumno.

Se investiga si la resolución de ejercicios/problemas implica la comprensión conceptual del mismo y, en particular, la comprensión a nivel partículas. Uno de los estudios más conocidos de esta línea es el de Nurrenbern y Pickering (1987). Estos autores comprobaron que los estudiantes tenían notablemente más éxito en problemas tradicionales que en problemas /situaciones con representaciones de partículas; es decir, resolvían problemas algorítmicos sin una verdadera comprensión conceptual del mismo.

El empleo de analogías es un recurso didáctico muy frecuente en la enseñanza de la química y en particular en la enseñanza de la estequiometría y del concepto de reactivo limitante (Harrison y Coll, 2008). Dado que las analogías tienden un puente con la vida cotidiana, el objetivo de este trabajo preliminar es estudiar su efecto sobre la comprensión conceptual. Nos preguntamos: Si la resolución algorítmica/matemática de problemas químicos no garantiza la comprensión conceptual de la temática ¿lo hará un trabajo complementario con analogías?

Objetivos

- Llevar adelante una experiencia de enseñanza de la estequiometría con analogías.
- Evaluar dicha experiencia a través de un cuestionario.
- Confrontar los resultados de la experiencia con la línea de investigación de la comprensión conceptual de problemas de química.

Metodología

El diseño de este estudio, llevado a cabo al mes de comenzar el cuatrimestre, consistió en una instancia de tres horas donde los estudiantes trabajaron sobre una secuencia de enseñanza de la estequiometría con analogías. A la semana siguiente se les suministró un cuestionario sobre la tarea realizada.

La muestra de estudiantes estuvo conformada por 42 alumnos de primer año, de las carreras de Licenciatura en Biología, Profesorado en Física y en Química, que cuentan con el mismo profesor.

El material de estudio consistió en una secuencia con orden progresivo de dificultad, en la en todo momento se sigue un paralelismo entre una situación análoga (preparación de sándwich de jamón) y otra química. El orden de reacciones seguido fue:

orden	análogo	objetivo
1	$2P + J \rightarrow JP_2$	$2S + C \rightarrow CS_2$
2	$P_2 + J \rightarrow JP_2$	$O_2 + C \rightarrow CO_2$
3	$2P_2 + J_2 \rightarrow 2JP_2$	$2H_2 + O_2 \rightarrow 2OH_2$
4	$P_4 + 2J \rightarrow 2JP_2$	
5	$2P_2J + J_2 \rightarrow 2P_2J_2$	$2H_2O + O_2 \rightarrow 2H_2O_2$

Siendo P (rodaja de pan), J (rodaja de jamón), JP₂ (sándwich simple de jamón), P₂ (paquete de dos rodajas de pan), P₂J₂ (sándwich doble de jamón).

El tratamiento didáctico de las analogías siguió la secuencia TWA de Glynn (1991), en la que se identifican las correspondencias y limitaciones de las analogías.

El Cuestionario Final consistió en: (1) un problema tradicional en moles; (2) el problema I de Nurrenbern y Pickering (1987) donde debían reconocer la situación final de un cambio químico, expresada a nivel submicroscópico, a partir de la situación inicial y de la ecuación química; (3) el problema II de estos autores, donde debían identificar la ecuación química correspondiente a una reacción representada por las situaciones inicial y final a nivel submicroscópico; y (4) opinión sobre la propuesta con analogías.

Resultados

En la primera tabla se aprecian los porcentajes de respuestas correctas a un problema tradicional:

Problema tradicional	Porcentaje
Ecuación química correcta	48
Reactivo limitante y en exceso	64

Los resultados en los problemas conceptuales I y II fueron:

Problema conceptual I		Problema conceptual II	
opción	porcentaje	opción	porcentaje
a	0	a	2
b	0	b	5
c	17	c	12
d	60	d	79
e	21	e	2
f	2		

Finalmente, las opiniones sobre el empleo de la analogía del sándwich para comprender los conceptos de química tratados fueron positivas (71%), positivas señalando alguna limitación (19%) y un 10% no contestó:

“Es más entendible la química con esta analogía.”

“Es excelente en la primera instancia donde se desconocen los conceptos básicos de proporción estequiométrica y reactivos limitantes y en exceso. Pero se debe tener cuidado y conocer bien las limitaciones de la misma.”

Discusión

Dos tercios de la muestra resuelve bien el problema tradicional. Varios estudiantes llegan a determinar el reactivo limitante y en exceso sin partir de la ecuación química.

Los resultados en los problemas conceptuales son bajos. Nurrenbern y Pickering obtienen porcentajes algo mayores 29 y 17 % respectivamente. Estos mejores resultados pueden deberse a que ellos administraron el test como parte de un examen parcial.

Las principales confusiones se generan en problemas que incluyen situaciones representadas con partículas (moléculas) y se solicitan relaciones con el nivel simbólico. Confunden la ecuación con la situación real, consideran que los coeficientes estequiométricos son las cantidades presentes en una situación experimental.

Sin embargo el trabajo con analogías mejoró la comprensión del concepto de fórmula química (SO_3 y XY_2 respectivamente). En el estudio con alumnos de nivel medio de Casado y Raviolo (2005) el 40% de los estudiantes presentaron dificultades al respecto.

Conclusiones

La experiencia con analogías es valiosa como una forma de diversificar la metodología de presentación de estequiometría y es evaluada muy positivamente por los estudiantes.

La analogía, tal como fue abordada (sin emplear representaciones micro), apoya la construcción del concepto de ecuación química desde el nivel simbólico, fue útil en el aprendizaje de los conceptos de fórmula química y subíndice.

Sin embargo, el uso de analogías no garantizó mejores resultados en los problemas conceptuales que requieren la interpretación de situaciones con partículas y la relación con los otros dos niveles de representación (macro y simbólico). Es necesario que el abordaje incluya en forma integrada un trabajo con representaciones con partículas.

Bibliografía

- Casado, G. y Raviolo, A. (2005). Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de una reacción química. *Universitas Scientiarum*, 10, 35-43.
- Gabel, D. (1993). Use of particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 193-194.
- Glynn, S. (1991). Explaining science concepts: a teaching with analogies model. En Glynn y otros (eds.). *The psychology of learning science*, Hillsdale, Erlbaum.
- Harrison, A. y Coll, R. (eds.) (2008). *Using analogies in middle and secondary science classrooms*, California, Corwin Press.
- Johnstone, A. (1982). Macro- and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Nurrenbern, S. y Pickering, M. (1987). Concept learning versus problem solving: is there a difference? *Journal of Chemical Education*, 64(6), 508-510.

Palabras claves: Química universitaria, enseñanza, estequiometría, analogías, comprensión conceptual.