

¿PUEDEN LOS PROBLEMAS DE QUÍMICA RESOLVERSE SIN NÚMEROS?

FERNÁNDEZ CÉZAR, R. (1) y AGUIRRE PÉREZ, C. (2)

(1) ciencias. Suffolk University raquel@suffolk.es

(2) Universidad de Castilla La Mancha. Constancio.aguirre@uclm.es

Resumen

Este trabajo pretende mostrar la capacidad de los alumnos del curso de General Chemistry de la Universidad de Suffolk en su campus de Madrid para resolver problemas de estequiometría química, en concreto de reactivo limitante, con la ayuda de los mapas conceptuales. Se ha elegido esta parte de la química debido a la dificultad que entraña para los alumnos la resolución de este tipo de problemas.

Los alumnos han sido introducidos tanto en la metodología de aprendizaje basada en los mapas conceptuales como en su empleo en la resolución de problemas. Una vez que han aprendido también los conceptos químicos implicados, han trabajado en grupos sobre el mapa inicial propuesto para completarlo.

Como prueba final, los alumnos han sido expuestos a dos ejercicios y, provistos de su mapa conceptual, han llevado a cabo la solución de los mismos de forma exitosa.

Objetivos:

Muchos estudiantes desconocen las estrategias de aprendizaje. Algunos tienen facilidad para adquirirlas de forma intuitiva, desarrollando su propio método de aprendizaje significativo, y otros no la tienen. El objetivo de este trabajo es determinar en qué medida los mapas conceptuales pueden contribuir al aprendizaje significativo favoreciendo el desarrollo de la inteligencia analítica (Sternberg, 1996). Para ello se ha elegido como caso de estudio la resolución de problemas de reactivo limitante, por la complejidad que presentan para la mayoría de los alumnos de química en general, y en particular para los grupos de alumnos del curso General Chemistry de la Universidad de Suffolk, Madrid campus.

Marco teórico:

La Psicología educativa ha generado estrategias de aprendizaje que promueven el establecimiento de nexos entre conceptos. Las estrategias de aprendizaje se inician en el proceso mismo de la lectura y conciben a los lectores como sujetos activos, tratando de relacionar el nuevo conocimiento con lo que ya conocen, de tal manera que el aprendizaje resulte ser un aprendizaje significativo. Entre estas estrategias se encuentran los mapas conceptuales (Novak, 1991).

Los mapas conceptuales pueden proponerse como una vía para promover que el estudiante jerarquice los conceptos y establezca nexos o relaciones significativas entre los mismos (Novak y Gowin, 1988). Con la construcción de los mapas, los estudiantes mejoran sus prerrequisitos de estudio, ya que deben identificar los conceptos básicos y generar proposiciones que permitan conectarlos; de esta forma se produce la asimilación de los mismos, haciendo posible la retención de lo aprendido a largo plazo, pasando así a formar parte de su inteligencia fluida (Horn, 1988).

En la enseñanza de las ciencias, los mapas conceptuales se han utilizado fundamentalmente en el aprendizaje de cuerpos teóricos conceptuales, y principalmente en cursos no universitarios (Iraizo et al, 2004) ya que la enseñanza universitaria está basada habitualmente en la clase magistral.

Dado que en esta institución universitaria contamos con grupos pequeños de estudiantes, tratamos de que ellos mismos sean los artífices de su propio aprendizaje y de que las clases sean algo más que meras exposiciones de conceptos por parte del profesor. Como parte de este sistema individualizado de enseñanza universitaria hemos llevado a cabo esta experiencia piloto.

Metodología:

Se muestra la aplicación de los mapas conceptuales como estrategia de resolución de problemas de reactivo limitante en el curso de General Chemistry I. Se ha elegido esta tipología de problemas debido a que en cursos anteriores se ha detectado que son pocos los estudiantes que los resuelven de manera exitosa con el razonamiento teórico habitualmente propuesto.

El grupo de trabajo con el que se empieza esta experiencia piloto está compuesto por 10 estudiantes con diversos niveles de conocimientos de química, y ninguno sobre reactivo limitante. Tampoco cuentan con conocimientos previos sobre mapas conceptuales.

En una primera fase, se introducen los mapas conceptuales (Novak, J, y Gowin, D, 1988), sus características, utilidad y el procedimiento y las herramientas informáticas para construirlos (www.ihmc.us).

En la clase teórica, se presentan los fundamentos de estequiometría química, se muestra a los alumnos una manera de proceder en la determinación del reactivo limitante: dado que se cuenta entre los datos proporcionados por el problema con cantidades de dos reactivos, A y B, se considera que es uno de ellos el que se consume, el A, y se calcula la cantidad estequiométricamente equivalente del B. Se compara ésta última con aquélla que se daba inicialmente como dato. Si esa cantidad calculada es mayor que la de partida, se concluye que eso no puede ocurrir, y que por lo tanto sería B el reactivo limitante. Si por el contrario la cantidad calculada de B fuera menor que la de partida, se concluiría que A es el reactivo limitante y que así es como ocurre la reacción.

Se indica a los alumnos los pasos a seguir en el proceso de resolución de cualquier problema, y en particular de los propuestos. Éstos son los que se muestran a continuación:

- » Leer el enunciado del problema.
- » Identificar los conceptos básicos presentes explícita o implícitamente en él.
- » Elaborar una lista de los conceptos del más general al más específico.
- » Extraer los datos numéricos que se proporcionan.
- » Construir el mapa jerárquico estableciendo las relaciones entre los conceptos mediante nexos de enlace.
- » Reelaborar el mapa al menos una vez para encontrar nuevas relaciones entre los conceptos implicados.
- » Resolver el problema siguiendo el procedimiento establecido en el mapa conceptual.

Tras aplicar ese razonamiento en dos ejemplos resueltos colectivamente en la clase, los estudiantes son provistos de un mapa conceptual inicial e incompleto que completan trabajando en parejas. Se prefiere evitar el trabajo individual en esta fase para que en la interacción tengan la oportunidad de verbalizar y exteriorizar sus estructuras conceptuales individuales, discutir las y analizarlas en los casos en los que los componentes de la pareja tenían opiniones diferentes. Todo este proceso de valoración y análisis previo contribuye a allanar en gran medida la fase en la que el estudiante tiene que resolver el problema sin más apoyo externo que su propio mapa conceptual.

Conclusiones:

Todos los trabajos analizados sobre experiencias que implican el empleo de mapas conceptuales en niveles no universitarios producen resultados positivos (Iraizo et al, 2004), y el nuestro está también en esa línea.

Dado que es imposible trabajar con el mismo grupo de alumnos en iguales condiciones empleando dos

herramientas de aprendizaje, lo que se comparan son grupos similares de alumnos en cuanto a número y capacidades intelectuales, con ningún conocimiento previo sobre resolución de problemas de reactivo limitante. Lo que caracteriza a este último grupo es que han realizado un ulterior análisis de los conceptos involucrados y jerarquizado los mismos en la elaboración del mapa conceptual.

En esta comparación se observa que mientras que en los primeros grupos existía siempre un 40%-50% de alumnos que no asimilan el proceso de resolución porque no son capaces de identificar los problemas de reactivo limitante y de resolverlos adecuadamente, en el grupo que se trata actualmente el 100% de los alumnos los resuelven de manera exitosa. Lo único que los distingue es el tiempo que invierten en la resolución.

Se concluye, por tanto, que el trabajo desarrollado en la elaboración del mapa conceptual, del cual se muestra un ejemplo en el anexo, les permite ahondar más en el análisis de los conceptos y del procedimiento, y assimilarlos de manera más efectiva.

Hay que destacar también la motivación observada en los alumnos para llevar a cabo la experiencia y la satisfacción que han experimentado cuando han entendido el concepto y han aprendido a manejar los mapas conceptuales.

Se pretende ampliar el estudio en el próximo curso para poder mostrar conclusiones más generales y de más amplia aplicación en la resolución de problemas de Química general.

Para realizar los mapas se ha usado la herramienta Cmaptools, del Institute of Human and Machine Cognition, en Internet en www.ihmc.us.

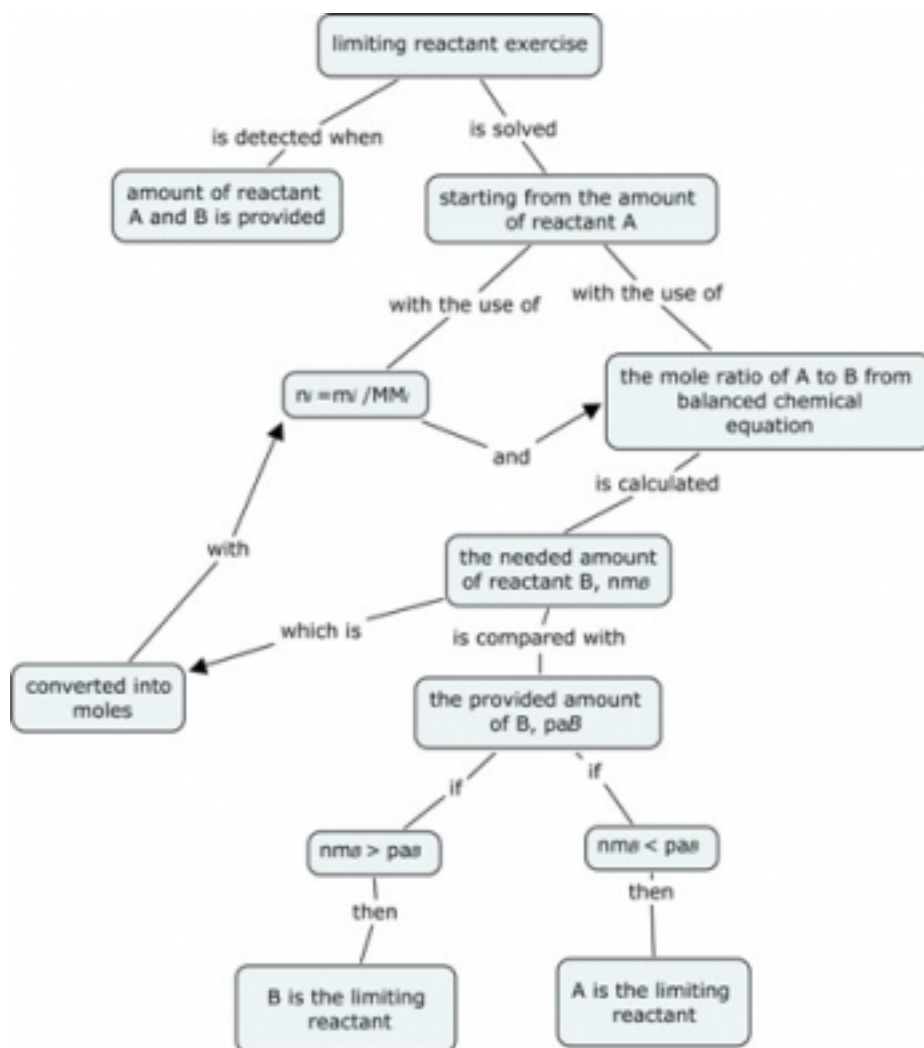
Anexo:

Ejemplo de ejercicio propuesto y mapa conceptual realizado por los alumnos.

A student prepares sulphuric acid, H_2SO_4 , by reacting solid sulphur trioxide with water.

- a. Balance the equation.
- b. Starting with 70g of sulphur trioxide and 20g of water, what is the reactant totally consumed?
- c. What is the reactant in excess?

Mapa conceptual obtenido por los alumnos y empleado en la resolución del ejercicio.



Bibliografía:

Horn, J.: 1988, Algunas consideraciones a cerca de la inteligencia, en

Iraizo, N. y González, F.M.: 2004, Los mapas conceptuales como agentes facilitadores del desarrollo de la inteligencia en alumnos de enseñanza primaria, *Concepts maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the first Int.Conference on Concept Mapping, en A.J.Cañas, J.D.Novak & F.M.González (Eds). Pamplona, Spain.

Novak, J.D.: 1991, Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor investigador, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 9, 3, 215-227.

Novak, J.D. y Gowin, D.B.: 1988. *Aprendiendo a aprender*. Ediciones Martínez Roca. Barcelona.

Sternberg, R. J. : 1996: *Successful intelligence: how practical and creative intelligence determine success in life*. Simon & Schuster. New York.

CITACIÓN

FERNÁNDEZ, R. y AGUIRRE, C. (2009). ¿pueden los problemas de química resolverse sin números?. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1882-1887

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1882-1887.pdf>