

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA APOYAR LA COMPRESIÓN DE LA ESTEQUIOMETRÍA A PARTIR DEL USO DE ANALOGÍAS

MARGARITA OLIVA CASTELÁN SÁNCHEZ/ GISELA HERNÁNDEZ MILLÁN

RESUMEN:

La estequiometría es uno de los temas de química que presentan mayor dificultad para los estudiantes, de ahí la importancia de enfocar la atención de los docentes en la búsqueda de estrategias que permitan la comprensión de los conceptos químicos y matemáticos relacionados con el tema. Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los estudiantes de química es que deben dominar un lenguaje nuevo para ellos “el lenguaje químico” que implica el manejo de símbolos y fórmulas, además de una nomenclatura universal. Por lo anterior propusimos una estrategia de aprendizaje que, desde nuestro punto de vista, promueve el interés del alumno por aprender a partir de situaciones que tienen significado para ellos. El manejo de analogías a lo largo de la estrategia es una parte importante, ya que, consideramos que constituye el puente entre el mundo macroscópico y el mundo nanoscópico permitiéndole hacer abstracciones a partir del empleo de modelos. El manejo adecuado de las razones y proporciones a lo largo de la estrategia fue fundamental en la resolución exitosa de problemas estequiométricos. Se realizó un análisis estadístico el cual arrojó cambios significativos en algunos de los conceptos como el de masa relativa, el establecimiento de relaciones, la representación atómica y molecular, la interpretación de un coeficiente y subíndice en una fórmula química así como en la determinación de la masa molecular y la masa molar, el manejo de las proporciones, la conservación de átomos en reactivos y productos, la reacción química, el reactivo limitante y el reactivo en exceso y la composición porcentual. Los avances observados fueron notorios en el grupo experimental.

PALABRAS CLAVE: estrategia, modelos, proporciones, analogía

INTRODUCCIÓN

Gran parte de los alumnos de nivel secundaria, bachillerato e incluso también de nivel licenciatura, manifiestan un marcado rechazo hacia todo lo relacionado con la química. La estequiometría es uno de los temas que presenta mayores dificultades para su comprensión, esto tal vez se debe a que el tema es muy abstracto y el alumno tiene que manejar una serie de conceptos básicos antecedentes, los cuales no han sido comprendidos a cabalidad. Por otro lado, no existe un esfuerzo sistemático por parte de los docentes para buscar estrategias que resulten divertidas e interesantes para los estudiantes. Además no se toma en cuenta si el alumno posee los conocimientos necesarios para abordar el tema, simplemente se empieza el curso sin considerar sus conocimientos respecto al mismo, así como sus expectativas.

Para la comprensión de la estequiometría es muy importante el dominio del lenguaje químico, especialmente lo que se refiere al manejo adecuado de la simbología para representar reacciones químicas. Por otro lado para resolver problemas estequiométricos, es de suma importancia que los alumnos sepan establecer relaciones (razones) y proporciones sin dificultad, es decir; que comprendan lo que hacen y no simplemente apliquen algoritmos de manera mecánica. Por lo tanto es tarea del docente promover el desarrollo de diversas habilidades de pensamiento en los estudiantes, de tal manera que el alumno pueda plantear correctamente las razones y proporciones que permitan resolver los problemas estequiométricos.

METODOLOGÍA

Para lograr lo anterior se desarrolló una estrategia que se aplicó a un grupo experimental y se tomó a otro grupo como testigo. Se trabajó con dos grupos de Química IV (6º semestre) del CCH del Plantel Azcapotzalco. Los grupos son de aproximadamente 25 alumnos lo cual permitió el trabajo en pequeños equipos de cuatro o cinco alumnos cada uno. Esto, resultó muy enriquecedor, debido a

que los estudiantes aprenden mutuamente unos de otros, favoreciéndose el aprendizaje cooperativo.

Se promovió una forma de trabajo activa por parte del alumno ya que tuvo la oportunidad de manipular y proponer posibles soluciones a un mismo problema.

SECUENCIA DIDÁCTICA

Objetivos

Al final de la estrategia el alumno será capaz de:

- Reconocer la importancia del uso de modelos en química como puente para ir del nivel macroscópico al nivel nanoscópico y viceversa.
- Establecer una simbología para cada una de las piezas empleadas y a partir de ésta escribir fórmulas que representen la composición de distintos ensambles.
- Manejar de manera aceptable el lenguaje simbólico a partir del uso constante de modelos.
- Establecer adecuadamente razones y proporciones para resolver problemas estequiométricos.

La secuencia didáctica incluye una serie de actividades dentro de las que se encuentran: trabajos experimentales, ejercicios de apoyo para reafirmar los conocimientos revisados y una simulación interactiva de estequiometría por computadora. En esta simulación se presentan reacciones de combustión, para que el alumno practique en su casa las veces que considere necesario. Las actividades experimentales de la estrategia son cuatro, en ellas se va incrementando la complejidad conforme avanza el curso. Lo anterior se logra mediante el empleo de analogías entre piezas de uso común como tornillos, tuercas y rondanas con lo que serían los átomos y los ensambles formados a

partir de la unión de estas piezas con las moléculas; entonces se asigna un símbolo para cada una de las piezas y se proporciona la fórmula que representa la composición de un ensamble determinado. Con esta serie de actividades experimentales se pretende que los alumnos comprendan la utilidad e importancia del lenguaje simbólico empleado en la enseñanza de la química como una herramienta muy importante para simplificar la información, así como el uso de modelos como un puente para transitar del mundo macroscópico al mundo nanoscópico.

Aplicación de la secuencia didáctica

Al inicio del semestre se aplicó un examen diagnóstico a ambos grupos el cual se volvió a aplicar al final de la estrategia para analizar si es que hubo cambios significativos. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente para ver si eran significativos. Se buscó que los alumnos trabajaran con materiales fáciles de manipular y que les permitieran elaborar modelos. Como ya se dijo, los materiales utilizados fueron de uso común, además se requirió una balanza digital o granataria para pesar.

La primera de las actividades experimentales consistió en la determinación de la masa relativa de cada una de las piezas (tornillos, tuercas y rondanas). Desde esta primera actividad se promovió el uso de símbolos para representar a cada una de las piezas empleadas (figura 1).

Figura 1



5Tu

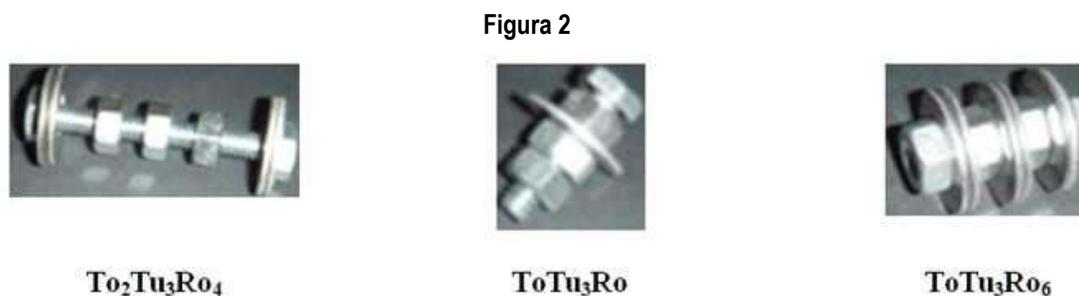


5To

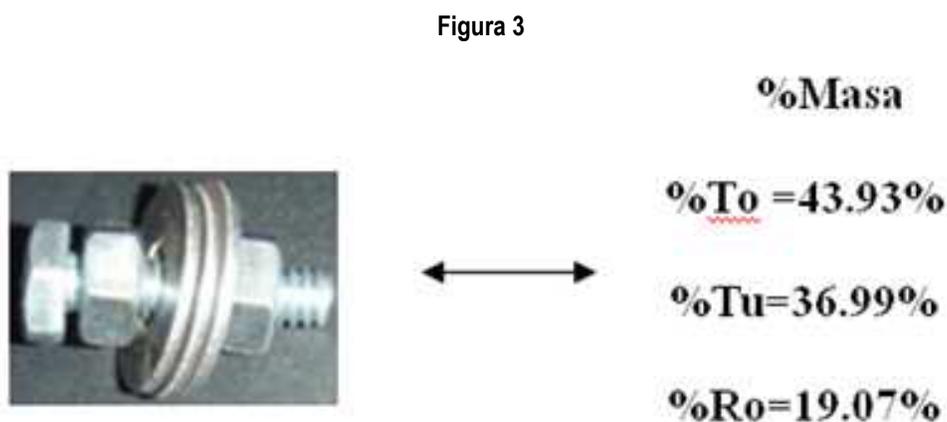


4Ro

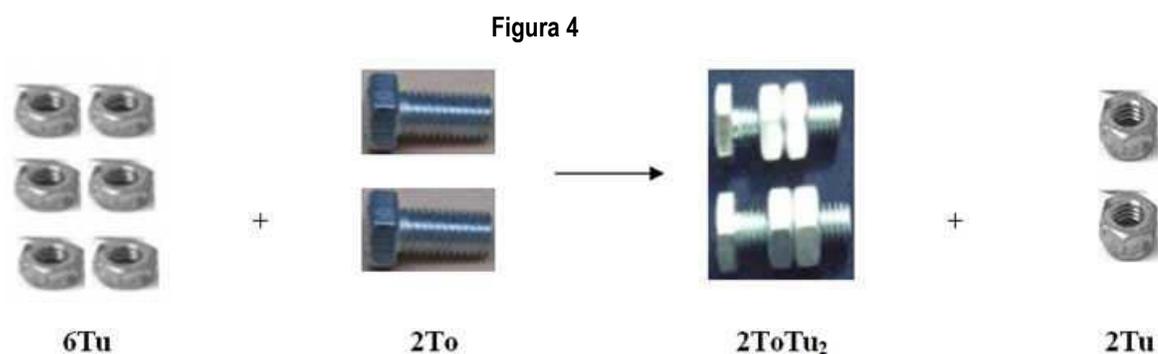
En la segunda actividad experimental el alumno debía combinar un determinado número de piezas y formar un ensamble para posteriormente escribir la “fórmula del ensamble” formado, indicando el número de cada una de las piezas constituyentes mediante subíndices (figura 2).



Para la tercera actividad experimental el alumno debía determinar la composición porcentual de cada una de las piezas de un ensamble a partir de una “fórmula” y viceversa, es decir, determinar la “fórmula de un ensamble” a partir de la composición porcentual de cada una de las piezas que forman dicho ensamble (figura 3).



Para la última actividad experimental, se pretendía que el alumno identificara tanto al reactivo limitante como al reactivo en exceso en una ecuación química. En esta actividad se le proporcionó una cantidad determinada de cada una de las piezas y se le indicó la fórmula del ensamble que se debía formar (figura 4).



Los ejercicios se realizaron a lo largo de la estrategia para reforzar el conocimiento. La simulación por computadora se utilizó como apoyo para realizar cálculos estequiométricos. En dicha simulación es posible manipular diferentes variables tales como el hidrocarburo que reacciona con el oxígeno en una reacción de combustión asimismo las cantidades de reactivos y productos que intervienen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera aplicación del examen diagnóstico, el grupo testigo obtuvo mejores resultados que el grupo experimental. Sin embargo al final de la estrategia se observa un avance notorio del grupo experimental sobre el grupo testigo. Al realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos de la aplicación inicial y final del examen diagnóstico se puede observar un avance significativo en el grupo experimental, por ejemplo al inicio del semestre los alumnos de este grupo obtuvieron un resultado muy bajo en lo referente a

establecer proporciones. Pero para la segunda aplicación (después de llevar a cabo la estrategia) se obtuvo un buen resultado ya que aumentó considerablemente el número de estudiantes que contestaron correctamente.

El uso de modelos fue de gran importancia durante el trabajo realizado a lo largo de la estrategia para facilitar la comprensión del tema ya que el pasar del nivel macroscópico al nivel nanoscópico resulta muy difícil para el alumno debido a que muchas veces le hablamos de cosas que no puede ver y que debe creer sin cuestionar. En este caso el utilizar tornillos, tuercas y rondanas fue de mucha utilidad para que los alumnos pudieran comparar mediante analogías cada una de estas piezas con átomos y los ensambles formados con lo que serían las moléculas y que cada uno de los ensambles (moléculas) tenía una composición determinada la cual podían representar mediante una fórmula.

El trabajo experimental realizado fue particularmente útil para hacer la analogía entre lo que podemos ver como: tornillos, tuercas y rondanas (nivel macroscópico) y lo que no es posible ver como: átomos y moléculas (nivel nanoscópico) y poder pasar de uno a otro nivel sin mayor dificultad. Los resultados obtenidos muestran que algunos alumnos que aun no poseían la habilidad para el manejo de los modelos fueron adquiriendo la habilidad necesaria conforme se avanzó en las actividades. Además el trabajo en equipo se privilegió en esta propuesta.

Con respecto a las evaluaciones, estas se llevaron a cabo para cada una de las actividades realizadas. En nuestra opinión la evaluación fue el aspecto más importante de la estrategia ya que es justamente en esta parte donde los alumnos se dan cuenta de lo que realmente comprendieron, de sus aciertos y errores y gracias a la retroalimentación grupal es posible hacerlos conscientes de sus debilidades para que trabajen sobre ellas y de esta manera avanzar en el proceso de enseñanza aprendizaje con ayuda de sus compañeros y del profesor.

El trabajo con los alumnos a lo largo del ciclo escolar fue tanto de manera individual como en equipo, lo cual resultó muy enriquecedor para los

integrantes de cada uno de los equipos ya que lo que no sabía o no había comprendía alguno de los integrantes, otro si lo sabía, de manera que pudieron avanzar tanto por equipo como de manera individual ya que al final de cada actividad el conocimiento de todos los integrantes fue más o menos homogéneo. Al final de la serie de actividades prácticamente todos los alumnos pudieron establecer la analogía entre las piezas utilizadas tuercas, tornillos y rondanas con los átomos y los ensambles formados con moléculas las cuales tienen una composición específica que puede representarse mediante una fórmula (lenguaje simbólico).

El trabajar con modelos también permitió a los alumnos establecer con mayor facilidad razones y proporciones a partir de las ecuaciones estequiométricas, ya que pudieron transitar del mundo macroscópico al nanoscópico una vez que comprendieron la importancia de las analogías en el estudio de la química.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se puede decir que a pesar de que el manejo de un lenguaje simbólico en la enseñanza de la química pueda parecer muy complicado, puede no serlo tanto, esto dependerá de la estrategia que se siga para motivar e interesar a los alumnos. La introducción al lenguaje simbólico se debe llevar a cabo de manera gradual, es decir que vaya aumentando su complejidad de manera paulatina. El trabajar con modelos hechos con materiales que resulten familiares para los alumnos y que puedan manipular una y otra vez, resulta muy interesante para ellos debido que lo que quieren es *hacer no sólo ver*. Se puede apreciar que a medida que el alumno se vuelve más activo, adquiere conocimientos nuevos más fácilmente. El trabajar con modelos resultó de gran ayuda para comprender la importancia del uso de un lenguaje simbólico específico para la comprensión de la química. Al final de la estrategia los alumnos pudieron establecer correctamente las razones y proporciones en la resolución de problemas estequiométricos.

Se observaron avances significativos en el grupo experimental comparado con el grupo testigo. Por los resultados obtenidos podemos decir que la estrategia cumplió con el objetivo para el que fue elaborada.

En cuanto a los resultados estadísticos obtenidos resulta evidente observar los avances del grupo experimental sobre el testigo a pesar de que en el examen diagnóstico inicial los alumnos del grupo testigo obtuvieron mejores resultados que el grupo experimental.

Las preguntas en las que se observaron cambios significativos fueron las referentes a:

- Masa relativa. En esta pregunta el grupo experimental obtuvo mejores resultados que el grupo testigo aunque en la primera aplicación el grupo testigo fue mejor, en la segunda se observó un retroceso ya que ninguno de los estudiantes del grupo testigo contestó correctamente.
- Establecimiento de relaciones. En esta pregunta se observa una notable mejoría de los alumnos del grupo experimental ya que un gran porcentaje contestó correctamente.
- Representaciones atómicas mediante modelos y determinación de masa atómica, molar y molecular.
- Proporciones y conservación de la masa en una reacción química.
- Estequiometría de una reacción, reactivo limitante y reactivo en exceso.
- Cálculo de la composición porcentual de los elementos de un compuesto.

REFERENCIAS

- Balocchi, E. *et al.* (2006). "Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química". *Educación Química*, 17 (1), pp. 10-28.
- Caamaño, A. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la química", *Enseñar ciencias* 176, Graó, Madrid, pp. 212-221.

- Coll K. y Taylor N. (2002). *Mental models in chemistry: senior chemistry students' mental models of chemistry bonding*, vol. 3, 2, pp.175-184.
- Furió, C. y Furió, C. (2002). "Revisión de investigaciones sobre la enseñanza - aprendizaje de los conceptos cantidad de sustancia y mol". *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), pp. 300-308.
- Garritz, et al., (2002) "El mol un concepto evasivo. Una estrategia didáctica para enseñarlo" *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, 33, pp. 99-109.
- Gómez, M. (2007). "Factores que influyen en el éxito de los estudiantes al resolver problemas de química" UNAM, *Enseñanza de las ciencias*, 25 (1), pp 59-72.
- Guevara, S. y Valdez, G (2004). *Los modelos de la enseñanza en la química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza*, pp.243-247.
- Izquierdo M. (2006). "La educación química frente a los retos del tercer milenio". *Educación química*, 17(x).pp. 114-128.
- Kind, Vanessa (2004). *Más allá de las apariencias ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México. Ed. Aula XXI/Santillana.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A., (2004). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid. Cuarta edición. Morata.
- Programas de Estudio de Química I a IV. Universidad Nacional Autónoma de México Colegio de Ciencias y Humanidades Área de Ciencias Experimentales.
- Quezada H, et al., (2005). *Relación entre el modelo de átomo de los estudiantes (16-17 años) y los diferentes modelos atómicos presentados en la enseñanza*, número extra. VII congreso, pp.1-5.
- Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M.V. (1993) "Diseño de Unidades Didácticas en el Área de Ciencias", *Enseñanza de las Ciencias* 11 (1), pp. 33-44.
- Spencer, J. et al. (2006). *Química*. Ed. CECSA.