

EVALUACIÓN DEL AVANCE CONCEPTUAL EN ALUMNOS DEL BACHILLERATO BAJO UN MODELO DE TRANSFORMACIÓN REPRESENTACIONAL.

FERNANDO FLORES-CAMACHO/ SHEILA SÁNCHEZ LAZO PÉREZ

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN: En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de una secuencia didáctica en la que se aborda el tema de “Enlace químico” desde diferentes perspectivas y niveles de acercamiento, a partir de que: los estudiantes construyen múltiples representaciones; utilizan herramientas tecnológicas incorporadas en los nuevos laboratorios de ciencias del bachillerato todo ello dentro de un entorno de transformación representacional como eje del proceso de aprendizaje. La indagación se llevó a cabo en uno de los planteles de la Escuela Nacional Preparatoria con un grupo experimental y uno control. Para la evaluación se aplicaron dos cuestionarios; pretest, postest. Un parámetro que nos refleja el avance conceptual es la construcción de representaciones que permite a los estudiantes relacionar las propiedades de los materiales con el tipo de enlace de sus

átomos y en eso se fundamentó el análisis de los datos. A partir de los datos se observa que los alumnos que realizaron la secuencia didáctica llegaron a un mayor nivel de comprensión y claridad sobre tema que los del grupo control, un ejemplo de ello se observa un mes después de haber estudiado el tema, aproximadamente el 35% de los estudiantes representan y explican adecuadamente el enlace químico, la estructura y composición de las sustancias utilizando los modelos del enlace.

Palabras clave: Enseñanza de la química, Evaluación del aprendizaje, Didáctica.

Introducción

A partir del año 2009 hasta la fecha, en el sistema de bachillerato de la UNAM desarrolló el proyecto “Laboratorios de Ciencia para el Bachillerato UNAM”, cuyos objetivos principales son: contribuir con la mejora en la calidad de la enseñanza de las ciencias en el nivel medio superior de la UNAM y contar con un espacio para el desarrollo de actividades que respondan a los intereses de alumnos y profesores, que apoye a los programas curriculares, y promueva el aprendizaje colaborativo dentro y fuera de las instalaciones

escolares. En estos laboratorios se integra el uso de las TIC como herramientas en el desarrollo de procesos experimentales en las materias de ciencias, favoreciendo de esta forma la construcción de mejores representaciones de los fenómenos naturales (<http://www.laboratoriosdeciencias.unam.mx/>).

Para lograr los objetivos mencionados, los laboratorios diseñados cuentan con mobiliario, equipo y programas computacionales, equipo y material de laboratorio y elementos de seguridad que permiten el desarrollo de actividades experimentales y secuencias de aprendizaje con mayores posibilidades de indagación y exploración que los laboratorios tradicionales. Se contó con la participación de un grupo de profesores de los dos subsistemas del bachillerato universitario, en conjunto con personal del CCADET. Dichas secuencias se desarrollaron con base en la estructura didáctica diseñada por Gallegos y Flores (2011) con ella, se pretende orientar a los estudiantes a que construyan diversas representaciones sobre una misma temática o un fenómeno en particular sobre el que se está trabajando, incorporando para ello el uso de las TIC como una herramienta en el desarrollo de las actividades en el laboratorio escolar, asimismo se pretende generar en ellos un acercamiento al conocimiento científico a partir de la interacción, la exploración y la explicitación de ideas (Gallegos, García y Canales, 2007).

A lo largo de cinco actividades, que constituyen la secuencia, se abordan los principales conceptos sobre el tema de enlace químico, que de acuerdo con los planes y programas del plan de estudios tanto del Colegio de Ciencias y Humanidades como de la Escuela Nacional Preparatoria, los estudiantes deben conocer y manejar. El objetivo de la secuencia es que los estudiantes incorporen diferentes elementos explicativos que les permitan reconstruir sus propios modelos del enlace químico, de estructuras químicas, su relación con las propiedades de los materiales y así aproximarse a los modelos científicos.

Este trabajo tiene como propósito presentar el análisis de los logros conceptuales de los estudiantes del bachillerato de la UNAM, utilizando una estructura didáctica sobre el tema “Enlace químico” (Alarcón et al., 2011) y haciendo uso de los nuevos laboratorios de ciencias, los cuales cuentan con la infraestructura que permite hacer y filmar experimentos, simularlos, proyectar videos, presentaciones, compartir el trabajo de los equipos con el resto del grupo, entre otras actividades de manera simultánea o secuencial.

Siendo así, esta secuencia es una propuesta con la que se pretende que los estudiantes construyan diversas representaciones con las que expliquen las propiedades de los materiales, a partir de la transición de los diferentes conceptos del tema en los tres niveles representacionales que se utilizan en química; el macroscópico, nanoscópico o submicroscópico y el simbólico (Talanquer, 2011). Utilizando diversos recursos didácticos y tecnológicos como el uso de simulaciones, la experimentación, entre otras

Metodología

La muestra consistió en 68 estudiantes del turno matutino cuyas edades oscilan de 13 a 15 años, inscritos en la asignatura Química III divididos en dos grupos: grupo experimental y control.

El grupo control, no siguió la secuencia didáctica ni se trabajó en las instalaciones del nuevo laboratorio de ciencias; en el grupo experimental, se aplicó la secuencia didáctica utilizando las nuevas instalaciones. Los instrumentos de evaluación (cuestionarios), se aplicaron de la siguiente manera: el cuestionario A antes de iniciar el estudio del tema (pretest) y el cuestionario un mes después (postest).

Instrumentos

Los cuestionarios están integrados por preguntas abiertas, en algunas de ellas se les pide a los estudiantes dibujar y representar a las sustancias, en ellas se involucran conceptos como: enlace químico, modelo del enlace iónico, modelo del enlace covalente, modelo del enlace metálico, redes iónicas, moléculas, nube de electrones, electrones de valencia, iones (cationes y aniones), redes cristalinas, entre otros.

Los cuestionarios difieren en la estructura de las preguntas planteadas, con el fin de evaluar el aprendizaje de los estudiantes antes y después de realizar las actividades de la secuencia didáctica se realizó la correspondencia entre ambos instrumentos, marcada en cada una de las secciones.

El análisis se hace a partir de la comparación de los resultados obtenidos en las tres evaluaciones tanto en el grupo control como en el experimental permitiendo evaluar, a través de diversas categorías, las respuestas de los estudiantes de manera descriptiva, analizando si los estudiantes pueden incorporar conceptos, ideas o representaciones con las que se trabajan en la secuencia didáctica a sus explicaciones para crear sus propios modelos explicativos.

En general, las preguntas abarcan tres grandes rubros de investigación: a) conocer si los estudiantes explican la relación que existe entre el enlace químico, la estructura de los materiales y sus propiedades; b) conocer la forma en que explican la unión entre los átomos que forman a los materiales; y c) identificar la relación que existe entre el tipo de enlace que une a los átomos y las estructuras que conforman los materiales.

Resultados

a) Relación entre el enlace químico, la estructura y las propiedades de los materiales

Antes de estudiar el tema, ningún estudiante en el grupo control (C) logran explicar la relación entre el tipo de enlace que une a los átomos de las sustancias y sus propiedades químicas y físicas a nivel nanoscópico, en el grupo experimental el 8.6% lo hace utilizando los modelos del enlace químico.

Después de un mes de haber estudiado el tema (postest), aproximadamente el 29% de estudiantes del grupo E y el 6.2% del grupo control, explican la relación entre el tipo de enlace que une a los átomos de las sustancias y sus propiedades químicas y físicas a nivel nanoscópico. En ambos grupos la mayoría de los estudiantes, aproximadamente el 54% del grupo E y el 69 % del C, dan explicaciones en el nivel macroscópico, de esto se puede inferir que los estudiantes del grupo C no logran explicar la relación que existe entre las propiedades, la estructura y el enlace químico que tienen las sustancias, a diferencia de los estudiantes del grupo E.

Al hacer preguntas más específicas, sobre el tipo de enlace químico (iónico, covalente o metálico) los resultados varían de acuerdo al tipo de enlace, sin embargo, los estudiantes del grupo E identifican en mayor proporción los diferentes tipos de enlace que

hay entre los átomos de las sustancias, aún después de un mes de haber estudiado el tema. Consideramos que esto se debe a que los estudiantes de dicho grupo a lo largo de la secuencia didáctica, transitan en los tres niveles explicativos, permitiéndoles relacionar las propiedades físicas y químicas de los materiales con el tipo de enlace, la composición y estructura que poseen. Cabe resaltar que en el grupo C, después de estudiar el tema “Enlace químico” no hay un cambio evidente en la manera de identificar el tipo de enlace que está presente en las sustancias, ni en que puedan relacionar y explicar el tipo de enlace a partir de las propiedades y características de las sustancias.

b) Explicación de la forma de unión de los átomos que forman a los diferentes materiales

Los resultados varían de acuerdo al tipo de enlace, pero en general se observa que antes de estudiar el tema, la mayoría de los estudiantes, de ambos grupos, dibujan y explican a las sustancias desde el nivel nanoscópico pero representando el estado de agregación en el que se encuentran las sustancias metálicas, iónicas y covalentes y no la estructura química que las forma, como se muestra en la Figura1. Por otro lado, la mayoría de sus explicaciones se refieren al nivel macroscópico.

Después de aplicar la secuencia didáctica, un alto porcentaje de estudiantes del grupo E modifican sus representaciones (postest) logrando dibujar y explicar la composición, estructura o del modelo del enlace metálico, del enlace iónico o del enlace covalente (Figura2).

En el grupo C se observa un cambio poco significativo en las representaciones y explicaciones de los alumnos, ya que no logran explicar de manera adecuada los conceptos que involucran los diferentes tipos de enlace, no hacen referencia a la composición, estructura o al modelo del enlace que corresponde y las explicaciones se quedan en el nivel macroscópico (Figura3).

c) Relación entre el enlace químico y la estructura de los materiales

En este rubro se preguntó de manera específica por la estructura y el tipo de enlace. Para el enlace covalente en el pretest, la mayoría del grupo E (74.3%) responde con ideas que no corresponden a este modelo de enlace, mientras que el 54% aproximadamente del grupo C lo hace; en ambos casos aproximadamente el 11% de los estudiantes enuncian

ejemplos y explican por qué esas sustancias están formadas por moléculas, utilizando conceptos que corresponden a dicho modelo. Después de revisar el tema, en el postest, se observa que el 34.3% de la población del grupo E, identifica, clasifica y explica a partir de ejemplos específicos el tipo de enlace, estructura y menciona sustancias formadas con este tipo de enlace a través del modelo del enlace covalente, asimismo pueden mencionar ejemplos a partir de la estructura; mientras que en los estudiantes del grupo C sólo un 3.1% logra hacerlo; en este grupo el 56% aproximadamente de los estudiantes plantean conceptos, ejemplos o explicaciones que no se relacionan con los que se pregunta.

Para las sustancias iónicas, en el pretest, la mayoría de los estudiantes del grupo E no identifican ejemplos de sustancias que formen redes iónicas en donde no responden las preguntas, el grupo C sí contesta pero mencionando ejemplos de sustancias que no forman redes iónicas y en sus explicaciones no utilizan el modelo del enlace iónico (69%), después de que se revise el tema, en el postest el 20% de los estudiantes del grupo E identifica que el fluoruro de litio está formado por redes iónicas y explican el tipo de enlace utilizando el modelo del enlace iónico, el 25.8% de ellos logran identificar la estructura o el enlace que se forma y lo hacen a través de este modelo. En el grupo C, el 3.1% contesta a partir de ejemplos específicos, identificar el tipo de estructura y explicar el tipo de enlace, también se puede apreciar que se incrementa en un 70% aproximadamente los estudiantes que plantean ideas o explicaciones que no se relacionan con lo que se les está preguntando, lo que habla de una falta de comprensión del tema.

Sobre las sustancias metálicas, en el pretest, la mayoría de los estudiantes del grupo E no contesta. El 94% del grupo C menciona ejemplos de sustancias que no forman redes metálicas, no existe una correspondencia entre el tipo de enlace y la explicación que se da. Después de revisar el tema de “Enlace químico”, en el postest, el grupo E incrementa hasta el 34% el porcentaje de estudiantes que son capaces de identificar el tipo de estructura y explicar el modelo del enlace metálico a partir de un ejemplo específico; ni un solo estudiante del grupo C logra hacerlo.

En general, existe un incremento importante en el número de estudiantes del grupo E que identifican la estructura y el tipo de enlace de las sustancias metálicas, de igual manera que maneja el modelo del enlace metálico comparado con el grupo control, donde se observa que cuando se les pide identificar el tipo de estructura y explicar el tipo de

enlace a partir de ejemplos específicos, ninguno de ellos lo logra, tan solo el 16% identifica el tipo de enlace, y aproximadamente el 78% de los estudiantes del grupo control plantean ideas o explicaciones que no se relacionan con lo que se les está preguntando.

Conclusiones

Considerando el análisis que se hace de cada una de las preguntas de ambos grupos se puede determinar que aplicar la secuencia didáctica permite a los estudiantes tener un mejor manejo del tema, es evidente que existe mayor claridad en los conceptos de enlace químico, los tipos de enlace, estructura química, propiedades de los materiales y la relación que existe entre sí, en los estudiantes del grupo experimental que en los estudiantes del grupo control.

Se observa que en un inicio los estudiantes de ambos grupos, antes de estudiar el tema, no logran identificar y explicar las características de los diferentes tipos de enlace y el tipo de estructuras que se forman, sin embargo, después de aplicar la secuencia didáctica las explicaciones de los alumnos del grupo experimental son mucho más elaboradas, en ellas exponen ideas más estructuradas e incluyen conceptos como electrones de valencia, electrones compartidos, cargas (electrostáticas), nube electrónica, redes, moléculas, entre otros, de igual manera identifican los tipos de elementos que constituyen a las partículas que forman a las sustancias para explicar el tipo de enlace y sus propiedades. A diferencia de lo que ocurre en el grupo control, en el que se muestra que la mayoría de los estudiantes no logran explicar las propiedades de las sustancias utilizando los modelos del enlace químico, quedándose en explicaciones a nivel macroscópico.

El análisis anterior nos lleva a afirmar que el avance en los estudiantes que trabajaron con la secuencia didáctica en los laboratorios de ciencias es mucho mayor que en los estudiantes que no lo hicieron, asimismo se observa que tienen un manejo mucho más estructurado del tema, manejan los conceptos con mucha más claridad y logran dar explicaciones utilizando los modelos del enlace covalente, iónico y metálico.

Asimismo, podemos afirmar que utilizar una secuencia didáctica estructurada donde se hacen explícitas diversas representaciones externas, ayudan a la reconstrucción o

transformación representacional de los alumnos que se traduce en sus posibilidades explicatorias que se muestran en los resultados.

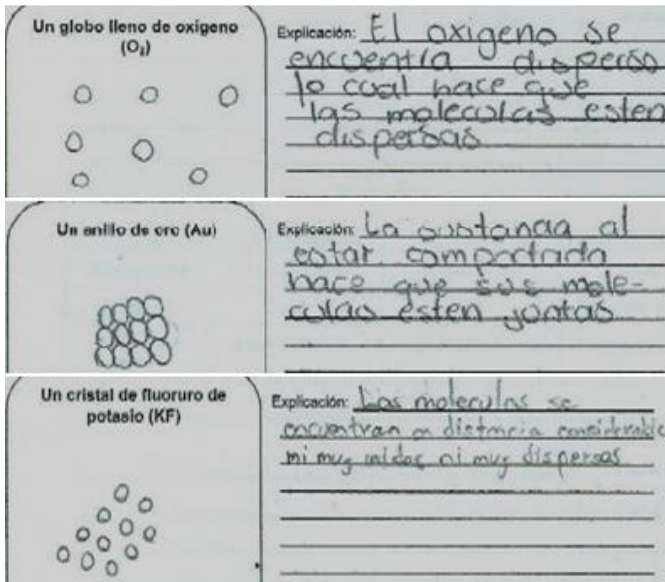


Figura 1. Ejemplo de las respuestas de los estudiantes en el pretest.

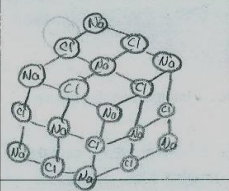
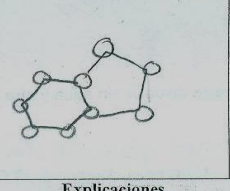
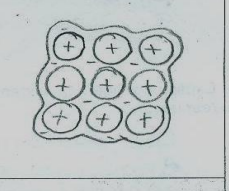
Sal	Azúcar	Metales
Dibujos		
		
Explicaciones		
Es una red iónica en la que los iones negativos se atraen con los positivos	Enlace covalente molecular	Es una red metálica, y los átomos se unen por una gran fuerza de atracción. Hay una nube de electrones flotando a través de los átomos.

Figura 2. Ejemplo del tipo de respuestas de los estudiantes del grupo E en el postest.


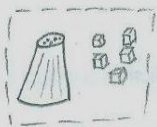



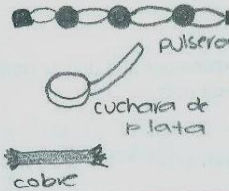
Sal	Azúcar	Metales
Dibujos		
Partículas:  	Partículas:  	Partículas:  
Explicaciones		
Partículas muy pequeñas y unidas	Partículas pequeñas y medio unidas	Sus partículas son más grandes y unidas

Figura 3. Ejemplo de las respuestas de los estudiantes del grupo C en el postest.

Agradecimientos

A los profesores:

Natalia Alarcón Vázquez, Alfredo César Herrera Hernández.

Referencias

- Alarcón Vázquez, N., M.O.Castelán, A.C. Herrera, S. Sánchez Lazo, y L. Gallegos (2011). En Leticia Gallegos Cázares y Fernando Flores Camacho (eds). Secuencias didácticas de química para los laboratorios de ciencias del bachillerato. UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, México, pp. 25-77.
- Escuela Nacional Preparatoria (1996), Plan de estudios 1996, UNAM, <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/index.html> (Consulta, 16 de mayo de 2013).
- Gallegos Cázares Leticia y Fernando Flores Camacho (2011). En Leticia Gallegos Cázares y Fernando Flores Camacho (eds). Secuencias didácticas de química para los laboratorios de ciencias del bachillerato. UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, México, pp. 11 - 24.
- Gallegos, L., García A. y Calderón, E. (2007). Estrategias de enseñanza y cambio conceptual. En J. I. Pozo y F. Flores (Eds.), *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*, Madrid: Antonio Machado Libros, pp. 239-252.
- Laboratorios de Ciencias del Bachillerato UNAM (<http://www.laboratoriosdeciencias.unam.mx/>) (Consulta, 16 de mayo de 2013).
- Plan de estudios, Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM, (2006).

http://www.cch.unam.mx/plandees_tudios

Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of

the chemistry “triplet”,
International Journal of Science Education, 33 (2), 179-195.