



PROPUESTA EDUCATIVA PARA ABORDAR EL EQUILIBRIO QUÍMICO CON BASE EN UN FENÓMENO COTIDIANO

Flor de María Reyes Cárdenas

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

Área temática: 6. Educación en campos disciplinares.

Línea temática: Asigne sólo una de las líneas temáticas que se indican dentro del área temática seleccionada.

Tipo de ponencia: Intervenciones educativas sustentadas en investigación.

Resumen:

La enseñanza de la química considera conceptos básicos que son complejos. Uno de ellos es un sustento fundamental para explicar los sistemas vivos y es el equilibrio químico. Uno de los problemas de enseñanza y aprendizaje es que los estudiantes no ven las conexiones entre los conceptos involucrados, los desarrollos matemáticos y la interpretación de las magnitudes de las constantes de equilibrio y ente los fenómenos a estudiar. Este trabajo presenta una propuesta educativa que integra los tres ejes en estudiantes de química general II que cursan segundo semestre de la licenciatura. Los resultados muestran que la intervención tiene buena aceptación por parte de los estudiantes y les permitió comprender adecuadamente el equilibrio químico.

Palabras clave: Equilibrio químico, Educación Química, Reacción química

Introducción

La sociedad en busca de mejorar la calidad de vida resuelve nuevos problemas que se presentan de manera cotidiana, y de manera cotidiana también lidia con la aparición de nuevos problemas. La química ha aportado numerosas soluciones para nuevos problemas a resolver en diversos ámbitos como son de la salud, la agricultura, la industria y del medio ambiente.

Gil et al. (2005) señalan que siempre que se haya de atender a un problema de la población o a una necesidad de la sociedad, la alfabetización científica es una medida estratégica de enfrentar éstas situaciones; y es que diversas investigaciones, conferencias internacionales y estudios educativos resaltan el hecho que hace falta tener una cultura científica que permita la participación de la ciudadanía en la toma de decisiones de una manera más comprometida y fundamentada a corto y a largo plazo, teniendo en consideración el área de estudio involucrada y las de los demás campos, y es que se considera que esto no se llegará a lograr sin un mínimo conocimiento científico sobre la situación objeto de estudio.

Los profesionistas de la química realizan investigaciones de impacto de una manera estratégica, lógica y bien planificada. En este sentido es necesario re-conceptualizar la enseñanza experimental al preparar a los estudiantes en el análisis de fenómenos de forma holística, haciendo énfasis en los contenidos disciplinares específicos. Se plantea la relevancia de comenzar la enseñanza con un problema actual del entorno del estudiante, para que a través del manejo de los contenidos temáticos adecuados el estudiante pueda comprenderlos y utilizarlos para generar una posible explicación o solución al problema planteado.

Los docentes, tenemos la labor de actuar como guías en la construcción de individuos que se generen cuestionamientos sobre lo que ocurre en su entorno, tengan la capacidad de identificar que conocimiento podría aportar información sobre el fenómeno y puedan interactuar con los conocimientos para generar explicaciones que den cuenta del fenómeno estudiado. En este sentido, el estudiante debe estar preparado para desarrollar habilidades de orden inferior, de orden superior que serán indispensables para desarrollar el pensamiento químico.

Desarrollo

La química se enfoca en el estudio de las sustancias y las transformaciones que ocurren. La reacción química se enseña a los estudiantes desde edades tempranas con ejemplos de reacciones muy cuantitativas, sin embargo, en una gran cantidad de fenómenos se explican con reacciones que llegan a un equilibrio químico. "Uno de los grandes retos para la escuela de hoy, como unidad representativa del sistema educativo, es posicionar la ciencia en el contexto escolar; esto significa para el docente, como agente mediador en la relación con el conocimiento experiencial o cotidiano y el conocimiento científico, replantear ciertas concepciones asociadas a la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje; ampliar las visiones de mundo y considerar los cambios que actualmente lo caracterizan; (...) establecer relaciones entre la

pedagogía, el currículo y la didáctica situadas en el contexto en el que actúa de cara a unas necesidades globales (Quijano, 2012 p. 17). ¿Pero como establecer como mediador a conceptos tan complejos como el equilibrio químico desde una enseñanza tradicional en la que descontextualiza el concepto a comprender? En este trabajo se plantea una propuesta educativa para la enseñanza del equilibrio químico enfatizando la presencia de los reactantes y de la conservación de la magnitud de las concentraciones, pero también de la cinética presente en el equilibrio al ser un sistema que reacciona en todo momento. En la industria química, el estudio del equilibrio químico juega un papel preponderante; ya sea para la producción de conservadores en los alimentos, o para la producción masiva de analgésicos, el objetivo es proveer de sus beneficios a la sociedad sin causar o minimizar los daños al medio ambiente.

Hace 153 años, casi el mismo tiempo del planteamiento de la tabla periódica por Mendeleiev, el 11 de marzo de 1864, Cato Guldberg y Peter Waage plantean la Ley de Acción de Masas con base en sus experimentos “existe una relación entre las concentraciones de reactivos y de productos de una reacción química una vez que esta ha alcanzado el equilibrio” a una temperatura determinada. En los inicios de la química científica la concentración fue denominada masa activa, de ahí que se conozca como “acción de masas” Posteriormente en 1877, Jacobus van't Hoff la deduce teóricamente a partir de los principios de la Termodinámica.

Sin duda alguna el químico francés Le Chatelier es representante de estudios de equilibrio más conocido y 1884, hizo varios estudios debido a la relación que tenían con la industria química que le permitieron enunciar un principio que hasta el día de hoy se reconoce por su nombre. En su época, el principio de Le Chatelier encontró aplicación en la industria del cloro, de la metalurgia, de la cerámica y en la del vidrio. En sus inicios, la publicación del principio se hizo en una revista que no era ampliamente leída por la comunidad química, por lo que le llevo un cierto tiempo incorporarse a la educación en ésta área; pero *“transcurrido el tiempo la ley de desplazamiento del equilibrio químico se aceptó de manera universal”* (Pascal, 1937 citado en Quílez, J. y Sanjosé, V. 1996). Actualmente, se ha señalado que el principio tiene limitaciones en su aplicación, sin embargo, en general tanto en los libros de texto de Química general como los profesores lo siguen empleando. Como lo señalan Quílez, J. y Sanjosé, V. (1996), a través de este uso se han producido enunciados con formulaciones complicadas y no favorecidas didácticamente o enunciados con ambigüedades e imprecisiones y que además no consideran un control riguroso de las variables que entran en juego. Por lo anterior, Quílez, J. y Sanjosé, V. (1996, p. XX) señalan la necesidad de replantear la enseñanza del principio de Le Chatelier por un nuevo modelo que se muestre más fructífero.

Así, dada la importancia y trascendencia del tema se plantea una aproximación didáctica en la enseñanza del equilibrio químico, en específico, la respuesta de los equilibrio a los cambios en las condiciones: concentración, temperatura y presión; En donde se plantean ideas para construir modelos y se espera que facilite a los estudiantes la comprensión de cómo un sistema en equilibrio químico al sufrir alteraciones responde con un nuevo equilibrio del sistema. Además se plantea hacer consciente a los estudiantes de considerar las variables implicadas. Se espera que en educación media superior sirva para explicar que hay maneras en que se puede alterar el equilibrio químico en un nivel fundamental.

El diseño de la propuesta educativa tiene como objetivos:

- Presentar un fenómeno cotidiano que puede ser analizado a partir de los contenidos de Química General II y fomentar una conciencia ambiental mediante los experimentos y los problemas que se abordan
- Propiciar la discusión y argumentación sobre:
 - equilibrio de la reacción
 - factores que alteran el equilibrio y la forma en que se restaura el mismo.
 - reacción directa e indirecta, exotérmica y endotérmica, entre otros

El fenómeno a estudiar es el siguiente: Los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases presentes en el aire de la Ciudad de México. El NO_2 es un gas de color marrón, el cual se puede apreciar y caracteriza a la atmosfera de la CDMX. En las noches el color característico del NO_2 deja de verse y en la mañana siguiente no se aprecia. ¿Por qué ocurre esto?

Una de las premisas de esta propuesta educativa es que integra tres ejes:

1. un fenómeno cotidiano
2. un experimento
3. un marco teórico de referencia y ejercicios sencillos que involucran a los mismos.

Tradicionalmente, es común que el abordaje de los conceptos teóricos se lleve a cabo en un aula y por lo tanto el estudiante no integra la idea de que el marco teórico que revisa puede explicar un fenómeno. También es común que el trabajo experimental se lleve a cabo en un laboratorio de química, en dónde con frecuencia el estudiante puede hacer desplazamientos de equilibrio de una reacción química dada, pero no puede explicar ni relaciona la teoría correspondiente. Por último, la inclusión del fenómeno cotidiano es muy relevante ya que le permite al estudiante construir pensamiento químico al tiempo que explica un fenómeno cotidiano.

Los materiales educativos generados se implementaron en dos grupos de 56 alumnos cada uno guiados por el mismo docente y se trabajó en una sesión de dos horas con cada grupo. Los alumnos cursan el segundo semestre de una licenciatura en química y esta propuesta educativa fue la primera experiencia con el equilibrio químico para los alumnos. En el aula de clase se entregaron los materiales educativos en forma impresa a equipos integrados por 2 alumnos. El material consta de tres secciones.

La primera sección que busca conocer sus ideas al respecto de un fenómeno cotidiano: El NO_2 es un gas de color marrón, el cual se puede apreciar y caracteriza a la atmosfera de la CDMX. ¿Por qué el NO_2 “desaparece” en las noches?, ¿Por qué aparece a medio día?, ¿Este fenómeno se puede escribir en una ecuación química?

Para la segunda sección se entregó un recipiente pequeño y cerrado con dióxido de nitrógeno. Adicionalmente se entregó a cada equipo un termo con agua caliente y otro con agua fría y se pidió que documentaran sus observaciones y posteriormente explicaran lo ocurrido. El objetivo es que observaran el cambio de color y que posteriormente lo asociaran con alguna variable de la química, específicamente con la evidencia de la presencia de una sustancia química. Se buscó que el profesor discutiera con los alumnos los argumentos que pueden explicar que el gas cambia de color marrón a un gas casi incoloro cuando se le aplica energía y cuando se enfría. El profesor utilizó las explicaciones de los alumnos para aclarar la diferencia entre las reacciones endotérmicas y exotérmicas, con apoyo de una ecuación química. Con este contexto se pidió que plantearan la reacción química que se lleva a cabo y posteriormente que expliquen que sucede con los enlaces químicos de la molécula NO_2 cuando se enfría y con el cuando se calienta.

Una vez comprendido lo anterior se presentó una introducción al tema de equilibrio químico y se retomó el fenómeno: El NO_2 es un gas de color marrón, el cual se puede apreciar y caracteriza a la atmosfera de la CDMX para que los estudiantes construyeran una nueva explicación (en caso de ser necesario).

Y la tercera sección se compone de cuestiones de lenguaje químico en las que se pide que escriban reacciones directas, indirectas, la reacción en equilibrio, la expresión de la constante de equilibrio y algunos ejercicios numéricos en los que se pide encontrar concentraciones al equilibrio y obtener la constante de equilibrio.

Los materiales educativos se completaron por cada sección (1,2 y 3) y se entregaron al finalizar la clase para su posterior evaluación. Los resultados muestran que los estudiantes en su mayoría (60%) explican el cambio de coloración mediante una reacción química cuantitativa. El 40 % restante intenta explicar el fenómeno en función de solubilidad y densidad, contenidos vistos previamente en el aula. Una vez que los estudiantes tienen contacto con la segunda sección y el experimento las explicaciones convergen en una reacción química “que cambia de sentido”. Y al finalizar la experiencia se puede apreciar una integración de conocimiento en el que ya se plantea con toda claridad el equilibrio químico y de la energía que requiere cada reacción (directa e indirecta) para llevarse a cabo.

Conclusiones

Equilibrio químico es un tema complejo que se aborda en química general II en la Facultad de Química. El tema se aborda desde diferentes enfoques: fenomenológico, modelos matemáticos y experimentos demostrativos, los alumnos por su parte también presentan estas tres comprensiones. Entre las dificultades

de enseñanza-aprendizaje sobre el tema, Quílez y Sanjosé (1996) señalan que los intentos de formular el principio de LeChatelier resultan en enunciados que son complicados y que son didácticamente no recomendables debido a que resultan difíciles de comprender; además señalan, se debe favorecer emplear un lenguaje matemático adecuado (constante de equilibrio) y el considerar a las variables implicadas para que se mejoren las prácticas de enseñanza aprendizaje.

Con el apoyo del material educativo implementado los estudiantes logran una integración en los tres ejes y pueden hacer aportaciones a explicar los fenómenos cotidianos, como lo señalan Nieto y Chamizo (2013) “el objetivo es evolucionar los conocimientos del alumnado hasta hacerlos rigurosos y útiles” (p. 4). Con la propuesta educativa se busca que los estudiantes comiencen por adquirir ciertos conocimientos, habilidades y actitudes fundamentales que les permitan desenvolverse en un futuro de una manera más consciente y responsable.

Referencias

- Alemañ Berenguer (2012) El concepto de equilibrio químico. Historia y controversia. *An. Quím.* 108(1), 49–56
- Bello S. (2016) Didáctica de la Química universitaria. Unidades didácticas en temas torales de la química. México: Facultad de Química, UNAM.
- Herrera, L., & Artavia, Y. (2008). Marco referencial para el análisis de los programas de enseñanza media en el área de física y de química propuestos por el ministerio de educación pública costarricense. *Actualidades Investigativas en Educación.* 8, 3, 1-19.
- Gil, D., Macedo, B., Martínez, J., Sifredo, C., Valdes, P., Vilches, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO. Santiago, Chile.
- Kind, V. (2004) Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química. México: Aula XXI Santillana/UNAM.
- Lancaster, M. (2001) Green chemistry: an introductory text. (2a. Ed.). Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Quijano, M. (2012) Enseñanza de la ciencia: Retos y propósitos de formación científica. *Docencia Universitaria*, 13, 17-34.
- Quílez-Pardo J. (1995) Students´and Teachers´Misapplication of LeChatelier´s Principles: Implications for the Teaching of Chemical Equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (9), 939-957.
- Quílez, J. y Sanjosé, V. (1996) Historia y epistemología de las ciencias. El principio de LeChatelier a través de la historia y su formulación didáctica en la enseñanza del equilibrio químico. *Enseñanza de las ciencias*, 14, 3, 381-390.