



XVI
Congreso Nacional de
Investigación Educativa
CNIE-2021

Recurso didáctico para el proceso enseñanza- aprendizaje: Ecuaciones químicas en estudiantes de Educación Media Superior

Norma Roxana Delgadillo Valdés
delgadillovnorma@gmail.com

Área temática 06. Educación en campos disciplinares.

Línea temática: Desarrollo curricular -diseño de secuencias didácticas-, innovación educativa y, diseño y evaluación de materiales educativos.

Porcentaje de avance: 20%.

Trabajo de investigación educativa asociado a tesis de grado.

Programa de posgrado: Maestría en Docencia para la Educación Media superior en Química, segundo semestre.

Institución donde realiza los estudios de posgrado: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química.



Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta de enseñanza para facilitar el proceso de aprendizaje del concepto de ecuación química (la forma en que los químicos representamos las reacciones químicas). La idea es que, mediante el uso de clips, los alumnos puedan relacionar lo que ocurre en una reacción química con los códigos implícitos en la ecuación química: las fórmulas químicas (los símbolos y los subíndices), los coeficientes estequiométricos y la flecha.

En este sentido, el supuesto principal de este trabajo es que, si se diseña una dinámica donde los alumnos puedan “ver” las partículas y operar con ellas diversas acciones que simulen lo que ocurre en las reacciones químicas, se podría lograr que ellos relacionen esas operaciones concretas con el código de representación implícito en las ecuaciones químicas.

Además, esta estrategia está pensada también para que los alumnos aprendan:

- A balancear reacciones químicas y
- A realizar cálculos químicos de una manera exitosa tanto en el caso en el que los reactivos están en proporciones estequiométricas como en el caso, más común, en el que uno de los reactivos está en exceso y el otro, en defecto (el concepto de reactivo limitante).

Palabras clave: *reacción química, ecuación química, fórmula química, balanceo, reactivo limitante.*

Introducción

La química es la ciencia que estudia todo lo relacionado con aquellos procesos en los que se obtienen unas sustancias a partir de otras. Dichos procesos no son otra cosa que las reacciones químicas. (Sosa, 2007, López-Agudelo, Barragán y Parra, 2013; Raviolo y Lerzo, 2016). Las sustancias químicas no son una pasta continua de materia, sino que consisten en partículas: átomos, iones y moléculas. En una reacción química, las partículas de los reactivos chocan entre sí, intercambian partes (núcleos y electrones) dando lugar a otras partículas pertenecientes, ahora, a los productos.

El problema es que nada de esto se puede ver a simple vista. Los químicos han desarrollado una manera de representar las reacciones químicas que se asemeja a las ecuaciones matemáticas. Consiste en colocar en el miembro izquierdo las fórmulas de las sustancias que reaccionan y en el derecho las de las que se obtienen, separadas por una flecha. Las fórmulas consisten en los símbolos químicos de los elementos que conforman las sustancias seguidos de subíndices que indican cuántos de cada elemento hay en la partícula. Además, a la izquierda de cada sustancia involucradas se coloca un número, llamado coeficiente estequiométrico, que indica cuántas partículas participan en el proceso.

Sin embargo, todo esto no tiene ningún significado para el aprendiz, son únicamente jeroglíficos que se tienen que aprender de memoria. En este trabajo, se pensó que una manera de hacer que los alumnos puedan visualizar estos procesos es mediante el uso de objetos macroscópicos que se puedan engarzar, como es el caso de los clips. Y que los alumnos, con sus manos, puedan obtener unas sustancias a partir de otras. Esta estrategia serviría para entender el código que se usa para representar las reacciones químicas, pero también para aprender a balancear las reacciones químicas y, posteriormente, poder llevar a cabo los cálculos químicos necesarios para comprender la importancia de la química en la vida cotidiana.

Objetivo general

- Diseñar una propuesta de enseñanza para facilitar el proceso de aprendizaje del concepto de *ecuación química* (la forma en que los químicos representan las reacciones químicas).

Objetivos específicos

- Diseñar y aplicar una evaluación diagnóstica inicial para determinar el nivel de los alumnos acerca del tema que se abordará en este trabajo.
- Utilizar objetos macroscópicos, como son los clips, como puente para ir del nivel macroscópico al nivel nanoscópico y viceversa.

- Diseñar y aplicar una estrategia didáctica para que, mediante el uso de clips, los alumnos puedan relacionar lo que ocurre en una reacción química con los códigos implícitos en la ecuación química: las fórmulas químicas (los símbolos y los subíndices), los coeficientes estequiométricos y la flecha.
- Emplear esta estrategia para que los alumnos aprendan a balancear reacciones químicas y a realizar cálculos estequiométricos y de reactivo limitante.
- Diseñar y aplicar una evaluación final para confirmar si el recurso didáctico ayuda a la comprensión del tema.

Preguntas de investigación:

Las dos preguntas que motivan este trabajo son las siguientes:

- ¿Cómo mostrar en qué consiste el código que utilizamos los químicos para representar las reacciones químicas, es decir, qué significan los símbolos químicos, los subíndices, los coeficientes estequiométricos y la flecha de la ecuación química considerando que las partículas químicas (átomos, iones y moléculas) son tan extraordinariamente pequeñas que no se pueden ver?
- ¿Cómo introducir a los alumnos a los cálculos químicos a partir de la representación de las reacciones químicas siendo que las partículas que chocan e intercambian partes para dar lugar a nuevas partículas de otras sustancias no las podemos percibir a simple vista?

Supuesto

Se parte del supuesto de que los alumnos no comprenden lo que ocurre en una reacción química porque los actores del proceso –es decir, las partículas químicas– no se pueden distinguir a simple vista.

Los químicos han desarrollado una representación muy útil de las reacciones químicas que se denomina *ecuación química*. Esta representación incluye las fórmulas de las sustancias que reaccionan y de las que se producen, así como en qué proporción lo hacen. Sin embargo, para el aprendiz esto no es de ninguna ayuda puesto que, al no tener ninguna relación con algo que ellos hayan visto, que conozcan o con lo que hayan tenido alguna experiencia, ellos lo perciben únicamente como un conjunto de jeroglíficos sin ningún significado.

En este sentido, el supuesto principal de este trabajo es que, si se diseña una dinámica donde los alumnos puedan “ver” las partículas y operar con ellas diversas acciones que simulen lo que ocurre en las reacciones químicas, se podría lograr que ellos relacionaran esas operaciones concretas con el código de representación implícito en el concepto de *ecuación química* y, en consecuencia, puedan balancear reacciones y llevar a cabo cálculos químicos.

Desarrollo

Marco curricular

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a través de la Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria (DGENP) regula la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) la cual es una institución educativa a nivel bachillerato, la cual se conforma por 9 planteles en la ciudad de México.

En el plantel número 5 “José Vasconcelos, en su programa de estudios del año 1996, se contempla la materia de *Química III*, la cual se cursa en quinto año o su equivalente a segundo año de bachillerato. El tema de reacciones químicas se aborda en la segunda unidad llamada “Control de las emisiones atmosféricas en las grandes urbes” en el tema:

2.1 Huella del carbono

- b) *Reacciones de combustión (completa e incompleta) como procesos exotérmicos. Hidrocarburos como fuente de energía: concepto de reacción química, estructura y nomenclatura de los primeros 10 alcanos; y*
- c) *Estequiometría en reacciones de combustión completa: concepto de mol, relación estequiométrica mol-mol, masa-mol, masa-masa.*

Marco pedagógico

Las teorías del aprendizaje son constructos que explican cómo aprende el individuo por medio de ciertos estímulos. Se enfoca en la recuperación de destrezas y habilidades en el razonamiento y cómo el individuo incorpora los conceptos retenidos durante su aprendizaje.

Los estímulos pueden verse condicionados por experiencias propias del individuo como cognitivas y emocionales, así como también por las influencias ambientales en las cuales se dé el aprendizaje (Schunk, 2012).

La teoría del aprendizaje significativo propuesta por David Ausubel, propone que el aprendizaje del estudiante es activo, es decir que, al procesar la información, el estudiante estructura y transforma esa nueva información, dando como resultado un aprendizaje significativo. En este tipo de aprendizaje, el estudiante conecta el nuevo conocimiento con el anterior, adquirido en un ambiente colaborativo (Ballester, 2002; Castillo, Ramírez, González, 2013).

El estudiante modifica sus esquemas de información y conocimientos cuando vincula el conocimiento adquirido previamente con el nuevo, la información es organizada y el aprendizaje se transforma en algo significativo. Si no hay conocimiento previo del tema en cuestión, el aprendizaje carecerá de significado para el estudiante y no podrá ampliar su reservorio de información (Castillo, Ramírez, González, 2013).

Para que, en la práctica, ocurra lo que señala esta teoría y que se presente el aprendizaje significativo en el estudiante, son necesarios los siguientes requisitos:

- a. El estudiante debe poseer motivación, actitud, responsabilidad y ser receptivo en su propio proceso de aprendizaje; si no el aprendizaje pasivo y puede reducirse a solo memorizar contenido).
- b. Que el material presentado por el docente tenga una planeación y una organización lógica del tema y, además, que los conocimientos estén jerarquizados y expresen relación entre sí.
- c. Que el docente cuente con la capacidad para motivar a sus estudiantes a aprender, que conozca las capacidades cognitivas del estudiante y que cuente con estrategias de enseñanza que facilite el proceso de aprendizaje en los estudiantes (Castillo, Ramírez, González, 2013).

En este sentido los docentes deben contar con creatividad y originalidad suficientes para elaborar un material de trabajo novedoso, apegado a la estructura lógica de la materia y al nivel cognitivo del estudiante; con esto el tema tendrá mayor impacto y permanencia en la mente de los estudiantes (Castillo, Ramírez, González, 2013; Emiro, 2005).

Marco Disciplinar

Todos los objetos y seres que existen estamos hechos de uno o varios materiales. Estos materiales pueden ser una sola sustancia o varias sustancias mezcladas. Las sustancias son un tipo de materia que posee un conjunto de propiedades específicas e invariables. Sin embargo, no son una pasta de materia continua, sino que poseen una estructura granular o, mejor dicho, corpuscular, es decir consisten en partículas en constante movimiento: átomos, iones y moléculas.

El problema es que dichas partículas son muchísimo más pequeñas que nosotros, los seres humanos; y nuestra vista que evolucionó para detectar objetos macroscópicos no tiene la resolución suficiente para percibir objetos tan extraordinariamente pequeños.

Las reacciones químicas son aquellos procesos en los que se obtienen unas sustancias a partir de otras. Esto ocurre así porque las partículas de las sustancias involucradas (las de los reactivos) chocan entre sí, intercambian partes y dan lugar a las partículas de otras sustancias (las de los productos).

Dado que las partículas químicas no se pueden ver, los químicos han inventado una manera de representar las reacciones químicas mediante fórmulas (los símbolos de los elementos y subíndices), coeficientes estequiométricos y una flecha. La intención de este trabajo es hacer visible para los aprendices lo infinitamente pequeño.

Método o diseño de investigación

La metodología general que se aborda en este trabajo es cuantitativa, diseño *pretest-postest* donde se propone aplicar al grupo de estudiantes (conformado de manera aleatoria) un *pretest*, después se desarrolla la propuesta didáctica y, a continuación, aplicar el *postest*. Con esto se espera que la estrategia didáctica que se implementará con los clips conduce a la comprensión en los estudiantes sobre lo que ocurre en una reacción química y la relación con la simbología (ecuación química).

Características de la población

La prueba piloto se realizó en el plantel número 5 “José Vasconcelos” de la ENP, con un grupo de 15 estudiantes de entre 16 y 17 años de 5° año en la materia *Química III*, del turno matutino en el mes de marzo del 2021. La duración de la propuesta didáctica tuvo una duración de 2 sesiones de 90 min cada sesión.

Propuesta

Con base en el tema de la unidad 2 de la asignatura de Química III y al tema de reacciones químicas que se pretende abordar se diseñará de un plan de clase, el cual tiene la siguiente estructura:

- Se elaborará una secuencia lógica de apertura, desarrollo y cierre. Se diseñará y aplicará un examen diagnóstico (*pretest*, en línea) para conocer el nivel de conocimientos con el que los estudiantes comienzan el tema.
- Dicho examen diagnóstico se aplicará en la fase de apertura, contará con 3 preguntas de opción múltiple, cada reactivo contará con 4 posibles respuestas.
- En la fase de desarrollo, con una presentación de diapositivas, se explicarán las generalidades del tema, los objetivos, un conflicto cognitivo y el aprendizaje al que se espera llegar. Se desarrollarán actividades en las que se encontrará el uso de del material didáctico para explicar el tema de reacciones químicas.
- El material didáctico diseñado para abordar el tema de las reacciones químicas será preparado con anterioridad (clips) y ajustado a la colección de problemas que se abordarán en la sesión.

La estrategia didáctica consiste en que los alumnos imaginen un mundo donde no existen moléculas, sino que únicamente hay átomos sueltos. Se les reparten clips de distintos colores pidiéndoles que ellos construyan moléculas para ese extraño mundo (de acuerdo con las reglas existentes en nuestro planeta para la formación de moléculas estables) y que, a cada nueva molécula, le asignen una fórmula. Por ejemplo, si la molécula formada fuera un clip amarillo entrelazado con cuatro clips verdes, la fórmula sería AmV_4 . Esto sería para que los alumnos aprendan qué significan los símbolos químicos y los subíndices en las fórmulas de las sustancias.

En una segunda actividad, se les pediría que, a partir de dos moléculas previamente construidas con los clips, formaran varias moléculas de dos nuevas sustancias sin que faltara ni sobrara ningún clip y que después

escribieran la ecuación balanceada de la reacción química que ocurrió. Esto servirá para que los alumnos aprendan el código para representar las reacciones químicas (la ecuación química) y también para que entiendan de qué se trata el balanceo de una reacción química.

Por último, se les daría la misma cantidad de las dos moléculas originales de la actividad anterior y se les pediría que formaran las moléculas de las sustancias producidas. En este caso, van a sobrar moléculas de alguno de los dos reactivos puesto que, una vez que se acabe uno de ellos, el otro ya no va a tener con quien seguir reaccionando. Esto servirá para que el alumno comprenda el concepto de reactivo limitante.

Previamente se construirá un instrumento de evaluación que permita evaluar la estrategia didáctica y se aplicará en la fase de cierre de la secuencia de clase.

- a) Se analizará si se cumplió con los objetivos del tema. En caso de que no fuera así, se reforzará con explicación extra y con la ayuda del material didáctico para cubrir con las dudas en los estudiantes.
- b) Se brindará a los estudiantes una colección de problemas de apoyo para que puedan ellos repasar el tema en casa.

Consideraciones finales

Se implementó la propuesta en un grupo, de manera virtual por zoom, con 15 alumnos, como prueba piloto, esto con el fin de probar la metodología y ajustar lo que sea necesario. Aún no se prueba el cuestionario inicial y final.

Durante la propuesta de prueba, se observó que los alumnos tuvieron un aprendizaje significativo al usar el recurso didáctico empleado, es decir los clips. Se logró que ellos identificaran las partes de la ecuación química, así como también distinguieran los conceptos de molécula, átomo y compuesto.

Los alumnos distinguieron el concepto de ecuación química al estimularlos a construir moléculas químicas con los clips por ellos mismo, ya que los estudiantes identificaron las partes y el significado de la simbología que se usa para representar a una reacción química.

Los estudiantes consideraron que la propuesta les ayudó a relacionar el nivel nanoscopio de la materia con el nivel macroscópico y el lenguaje simbólico utilizado en las ecuaciones químicas.

Con esta estrategia didáctica se ejemplificó de manera muy adecuada el principio de conservación de la materia debido a que los clips utilizados al principio son los mismos que quedan al reacomodarlos cuando se les pide construir las moléculas finales que fungen como productos. También, los alumnos aprendieron a balancear ecuaciones químicas por el método de tanteo y a entender el cual era la especie que actuaba como reactivo limitante.

Mediante la teoría del aprendizaje significativo, los estudiantes integran mejor a su estructura cognitiva los conocimientos cuando se les enseña con la ayuda de un recurso didáctico diseñado de tal manera que ejemplifique los conceptos vistos en clase. Con esto el aprendizaje se vuelve significativo en los estudiantes.

Con ayuda de los clips y los ejercicios propuestos por el docente, el alumno modificó e integró a sus conocimientos previos el nuevo conocimiento adquirido al manipular los clips y construir por ellos mismos las moléculas del ejercicio, ya que, en una reacción química real, los estudiantes no pueden observar el reacomodo de los átomos y moléculas cuando se lleva a cabo la reacción química; ellos solo podrían observar los cambios macroscópicos que sufre la materia.

Con el uso de los clips, se motiva al estudiante a vencer los miedos o la falta de conocimiento que ellos tienen de manera incompleta, o reforzar los conocimientos que ya poseen, de sus cursos previos de química. Por lo que, se diseñaron actividades para que el alumno comprendiera de manera sencilla y así el alumno alcance un aprendizaje significativo en el tema de reacciones químicas.

Referencias

- Ballester, Antoni (2002). El aprendizaje significativo en la práctica. Como hacer el aprendizaje significativo en el aula. <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/EIAprendizajeSignificativoEnLaPractica.pdf>
- Blanco, Ángel; Franco–Mariscal, A. J. y España, E., (2015). Enseñar química en el contexto de problemas y situaciones de la vida diaria relacionados con la salud. *Educación Química EduQ*, 20, 40–47.
- Caamaño, A. y Oñorbe, A. (2004). La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique*, 41, 68–81.
- Castillo, A. Ramírez, M. González, M. (2013) El aprendizaje significativo de la química: condiciones para lograrlo. *Omnia*, 19(2), 11–24.
- Contreras, S., & González, A. (2014). La selección de contenidos conceptuales en los programas de estudio de Química y Ciencias Naturales chilenos: análisis de los niveles macroscópico, microscópico y simbólico. *Educación en Química*, 25(2), 97–103. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/46767/42170>
- Emiro Silva, E. (2005). Estrategias constructivistas en el aprendizaje significativo: su relación con la creatividad. *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*, 9(1), 178–203.
- Furió, C. y Domínguez, M. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las ciencias*, 25(2).
- López–Agudelo, V. A., Barragán, D., & Parra, W. (2013). Un método para enseñar el por qué suceden las reacciones químicas. *Química Nova*, 36(1), 177–180. doi:10.1590/s0100–40422013000100029
- Martínez A., Valdés J., Talanquer V., Chamizo J.A. (2012). Estructura de la materia: De saberes y pensamientos [Structure of matter: Knowing and Thinking] *Educación Química*, 23(3) , pp. 361–369

- Montagut, P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios. *Educación Química*, 21(2), 126-138.
- Raviolo, A. y Lerzo G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educ. quím.* 27, 195-204. Recuperado de <http://www.elsevier.es/es-revista-educacionquimica-78-pdf-90455540-S300>.
- Rivero, D E. (2017, Mayo). Propuesta de enseñanza lúdica a nivel medio superior, para el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica de sales binarias [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.
- Sosa, P. Conceptos base de la Química. Libro de apoyo para bachillerato. Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM, 1ª edición, 2007.
- Schunk, D. H. [6ta edición] (2012). Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa. México: Pearson.