



LA REACCIÓN QUÍMICA EN EL BACHILLERATO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA

Resumen

El presente trabajo muestra una propuesta didáctica diseñada para introducir el concepto de reacción química a alumnos de bachillerato.

El eje conductor de la propuesta es la reacción química como un proceso en el que se obtienen unas sustancias a partir de otras. La propuesta consiste en cuatro actividades didácticas: tres actividades experimentales y una lectura. En las tres primeras, se aprovecha el hecho de que cada sustancia posee un conjunto distinto de propiedades (lo propio de cada sustancia) para reconocer que ha ocurrido una reacción. En la primera, se forman sustancias de distinto color; en la segunda, se produce una sustancia con propiedades lacrimógenas; y, en la tercera, se obtienen sustancias con olor. En la cuarta actividad, se resalta la obtención de energía a partir de un proceso químico.

Palabras clave: reacción química, sustancia química, energía química.

THE CHEMICAL REACTION IN HIGH SCHOOL: A DIDACTIC PROPOSAL

Abstract

The present work shows a didactic proposal designed to introduce the concept of chemical reaction to high school students.

The driving axis of the proposal is the chemical reaction as a process in which substances are obtained from others. The proposal consists of four didactic activities: three experimental activities and one reading. In the first three, it takes advantage of the fact that each substance has a different set of properties (the very thing of each substance) to recognize that a reaction has occurred. In the first, substances of different color are formed; in the second, a substance with tear-producing properties is produced; and, in the third, substances with odor are obtained. In the fourth activity, the obtaining of energy from a chemical process is highlighted.

Keywords: chemical reaction, chemical substance, chemical energy.

Autores: Thalía Itzel Ferrera Velázquez^a, Nadia Teresa Méndez Vargas^b y Plinio Jesús Sosa Fernández^c

- ^a Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- ^b Colegio de Ciencia y Humanidades Plntel Sur, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- ^c Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Autor para correspondencia: plinio@unam.mx



LA REACCIÓN QUÍMICA EN EL BACHILLERATO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA

Introducción

Los procesos de enseñanza–aprendizaje de las ciencias se han enfrentado a una serie de dificultades entre las que destacan las siguientes: la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos de los estudiantes (Campanario y Moya, 1999). Debido a ello, los currículos de ciencia se han ido modificando, de tal manera que incluyan componentes que orienten la enseñanza de las ciencias hacia aspectos sociales y personales del propio alumno (Furió et al., 2001).

La enseñanza contextualizada se ha planteado como una estrategia didáctica que posibilita que los estudiantes aprendan de forma más significativa las ideas científicas, promueve actitudes positivas hacia las ciencias y aumenta tanto el interés como el disfrute de las clases (Bulte et al., 2006; King, 2009; Marchán y Sanmartí, 2015).

Además, esta se fundamenta en las visiones del constructivismo, el constructivismo sociocultural y el aprendizaje situado (Gilbert, 2006; Lubben y Bennett, 2008; Caamaño, 2011a, 2011b); haciendo énfasis en el hecho de que aprendemos en relación con otros individuos y mediante actividades que se realizan en un determinado contexto (Meróni et al., 2015).

Aun cuando hay argumentos que apoyan el uso de la enseñanza contextualizada, es importante mencionar que la implementación de dicha estrategia puede presentar inconvenientes. Por ejemplo:

- Algunas actividades pueden ser sólo demostrativas sin problemas a interpretar (Jiménez y De Manuel, 2009),
- Los fenómenos cotidianos que se desea utilizar llevan implícitos contenidos científicos muy complejos (De Freitas y Alves, 2010) o
- Lo que resulta cotidiano para los docentes no siempre es cotidiano para los alumnos (Cortés-Galera et al., 2016).

Por otra parte, en el caso de la Química pareciera que sólo se busca que los estudiantes aprendan los contenidos básicos que van a necesitar en cursos posteriores y adquieran una gran cantidad de teorías, conceptos y procesos propios de esta asignatura, en vez de facilitar contenidos más útiles (Furió et al., 2001; Jiménez et al., 2002).

De acuerdo con Hesse (1992), la Química es una ciencia cuyo propósito es la descripción y explicación de los fenómenos químicos, por ejemplo, la reacción química. Así pues, resulta fundamental la enseñanza y aprendizaje de este concepto por ser uno de los principales objetos de estudio de esta disciplina (Hinton y Nakhleh, 1999).

Por su parte, Raviolo et al. (2011, p. 241) señalan la relevancia curricular de dicho tema al mencionar que en la definición de química destacan dos conceptos centrales, sustancia y reacción química: "la química estudia las sustancias, su estructura, sus propiedades y reacciones y las leyes que rigen estas reacciones".

En definitiva, la reacción química es un tema central y estructurante dentro de la enseñanza de la química (Lacolla et al., 2014), el cual es posible trabajar a distintos niveles de profundidad a lo largo de toda la instrucción escolar (De la Mata et al., 2011).



Holman (2001) menciona que la idea primordial que los estudiantes deben aprender referente a la reacción química es que, cuando esta ocurre, los átomos se unen de diferentes maneras y se forman nuevas sustancias con propiedades distintas. Además, deben comprender el principio de conservación de la masa, es decir, que se conservan los mismos tipos de átomos, pues estos no se crean ni se destruyen (Raviolo et al., 2011; Yitbarek, 2011).

De ahí que los alumnos puedan interpretar a la reacción química en dos escalas diferentes: la macroscópica y la subnanoscópica¹, y sean capaces de relacionar dichas escalas mediante el uso de representaciones, en particular, con la ecuación química (Solsona et al., 2003).

Objetivo

Impartir una serie de actividades que ayuden, a los alumnos de bachillerato, a construir la idea de que, en una reacción química, los reactivos y los productos son sustancias distintas y, por consiguiente, muestran propiedades diferentes.

Metodología

La metodología general del presente trabajo es cualitativa. Para el diseño de las actividades se implementó la enseñanza contextualizada.² Para ello, se tomó en cuenta una clasificación de contextos de acuerdo con cuatro dominios de origen, propuestos por De Jong (2006a, 2006b). Estos son: a) dominio personal, b) dominio de la sociedad, c) dominio de las prácticas profesionales y d) dominio científico y tecnológico.

La propuesta didáctica corresponde al trabajo de tesis de maestría de una de las autoras dentro del programa de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, MADEMS que se ofrece en la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Se aplicó durante el ciclo escolar 2014–2015 en la asignatura de Química I que se imparte en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) –una de las dos modalidades de bachillerato que ofrece la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En específico, se trabajó con la *Unidad I. Agua, compuesto indispensable*³ porque en dicha unidad es donde se presenta, por primera vez, un acercamiento al tema de reacción química.

El grupo experimental estuvo conformado por 26 alumnos de primer semestre (11 hombres y 15 mujeres) del Plantel Sur, del turno vespertino. El intervalo de edad de los alumnos se encuentra entre los 15 y 16 años.

Propuesta didáctica

La propuesta didáctica se llevó a cabo mediante un esquema de prueba inicial (*pretest*)–intervención–prueba final (*postest*).

El *pretest* y el *postest* consisten en un cuestionario con reactivos de naturaleza diferente, dado que incluyen dos preguntas abiertas y una de opción múltiple. Todos los reactivos fueron elaborados por los autores de este trabajo.

¹ La escala nanoscópica se refiere a longitudes de alrededor de una mil millonésima de metro (1×10^{-9} m), cercanas a las distancias más cortas que puede haber entre las partículas químicas (átomos, iones y moléculas).

² La enseñanza contextualizada se refiere al vínculo que se realiza en el aula de los contenidos disciplinarios con la vida cotidiana de los alumnos lo que les permite a estos obtener respuestas de lo que acontece a su entorno y, al mismo tiempo, interesarse por adquirir una cultura científica que le permitirá tomar decisiones fundamentadas sobre temas de interés social como salud, drogas, ambiente, contaminación, energía, etcétera.

³ Colegio de Ciencias y Humanidades (2014). Programas de estudio de Química I a IV. Consultado el 23 de julio de 2013. Disponible en: http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_quimica.pdf



Pretest y postest

1. Explica, con tus propias palabras, qué es una reacción química
2. ¿Qué ocurre durante una reacción química?
 - a) Los átomos de los reactivos se mantienen unidos.
 - b) Los átomos de los reactivos se reorganizan y se agrupan de otra manera para dar lugar a los productos.
 - c) Una sustancia cambia de propiedades, pero sigue siendo la misma sustancia.
 - d) Los átomos de los reactivos nunca se reorganizan para dar lugar a los productos.

Justifica tu respuesta

3. Dos sustancias blancas, A y B, se ponen en contacto y después de cierto tiempo se aprecia algo de color amarillo. Explica, con tus propias palabras, qué pudo haber sucedido.

La intervención está conformada por 4 actividades didácticas, las cuales, no se encuentran secuenciadas, por lo tanto, son independientes una de la otra. Se decidió no aplicar una secuencia didáctica por dos razones:

- El curso no se impartió en su totalidad por los autores de este trabajo. Se trata de un grupo real con alumnos reales y temario real impartido por una profesora real (que funge como Asesora en el plantel) quien nos permite aplicar la propuesta únicamente durante un intervalo corto de tiempo. Los temas relacionados (ecuación química, nomenclatura, estequiometría, balanceo de ecuaciones y enlace químico) los impartió la profesora asesora en el plantel.
- El tiempo asignado es menor al que señala el temario para el tema de reacción química. El tema completo lo redondeó la profesora asesora en el plantel. En ese sentido, se prefirió generar 4 actividades independientes. Esto le da libertad, al docente que se entere de este trabajo, de usar una, dos o las cuatro actividades en el orden que le parezca más conveniente.

A continuación, se describe en qué consistieron las actividades propuestas:

Actividad 1. La botella azul

Se trata de un experimento de laboratorio a partir de la conocida demostración experimental llamada *el experimento de la botella azul* (Shakhashiri, 1985, Anderson, 2012), la cual consiste en hacer reaccionar glucosa con hidróxido de sodio en presencia de azul de metileno. Para ello, se disuelven en agua estas sustancias y se vierte una cierta cantidad (dejando una cierta cantidad de aire) en una botella con tapa.

Esta experiencia resulta interesante y atractiva por los cambios de color que tienen lugar, pues, al principio, se observa un líquido azul, pero, poco a poco, comienza a decolorarse; sin embargo, al agitar vigorosamente el frasco que contiene dicho líquido... ¡el color azul vuelve a aparecer!; al poco tiempo se vuelve incoloro, otra vez y, si se agita, se vuelve a pintar de azul y así sucesivamente todas las veces que se quiera.

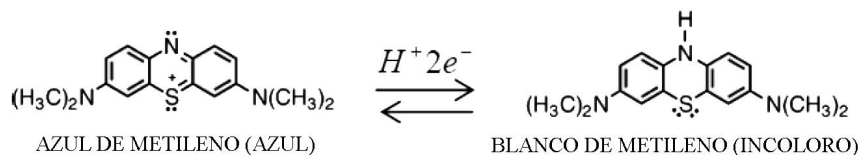
La decoloración se debe a que ocurre una reacción entre la glucosa y el azul de metileno de la que se obtienen el ácido glucónico y el blanco de metileno (que es incoloro). Mientras que el regreso del color azul sucede porque ocurre una segunda reacción: al agitar, una cierta cantidad de oxígeno (proveniente del aire) se disuelve y reacciona con el blanco de metileno obteniéndose azul de metileno nuevamente.



Aparte del experimento en el laboratorio, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Previamente, se les pidió a los alumnos investigar qué son y para qué sirven la glucosa, el azul de metileno, el ácido glucónico y el blanco de metileno.
- Se les explicó a los estudiantes, de una manera muy sencilla, lo que ocurre en la botella azul. Dentro de la explicación, se les mostraron las fórmulas de cada sustancia únicamente como etiquetas para que pudieran distinguir unas de otras.
- Se les pidió a los alumnos investigar qué son los indicadores rédox y los indicadores ácido-base y averiguar qué importancia tienen en los análisis clínicos de sangre y orina.

La idea de esta actividad es que los alumnos reconozcan que el color es una propiedad de cada sustancia y que distintas sustancias pueden tener distintos colores. También sirve para enfatizar que las sustancias consisten en partículas y que al entrar en contacto unas con otras pueden intercambiar partes dando lugar a una reacción química. En este caso, el azul de metileno recibe de la glucosa un ion hidronio (H^+) y dos electrones dando lugar a la formación del blanco de metileno. Del mismo modo, en la segunda reacción, el blanco de metileno pierde dos electrones y un H^+ frente al oxígeno del aire formando, de regreso, el azul de metileno. A continuación, se muestra la ecuación de la reacción que ocurre:



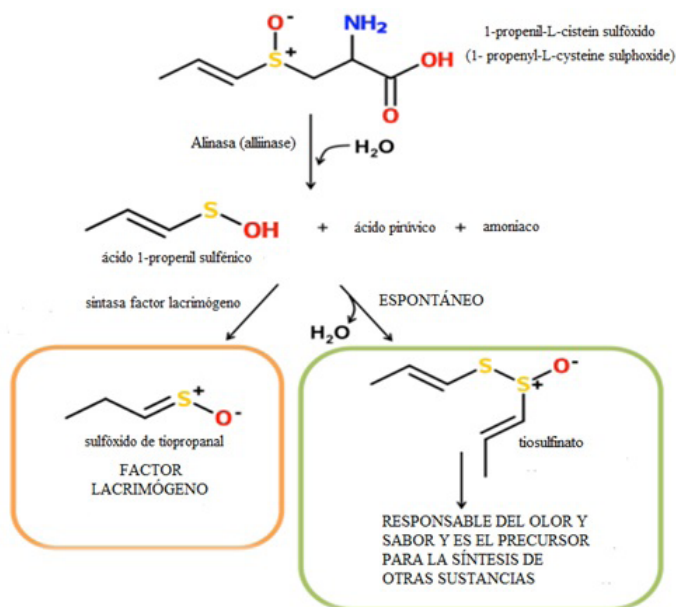
La última tarea que se les pide (indicadores rédox y análisis clínicos) es parte de la enseñanza contextualizada y, en este caso, corresponde al dominio de prácticas profesionales. A pesar de que pudiera parecer que algunas partes de esta actividad son de un nivel superior al que corresponde al programa de Química I, la intención solamente es la de conectar con el contexto.

Actividad 2 ¿Tú, por qué lloras?... ¡si fue a mí a la que cortaste!

Se trata de una actividad lúdica relacionada con el hecho de que el cortar cebolla nos hace llorar. Se les pidió a los alumnos que hicieran una pequeña encuesta con gente conocida acerca de qué hace cada quién para evitar llorar al cortar una cebolla. A partir de esta información, cada alumno seleccionó su propia estrategia y la probó en casa. Para demostrar lo que hicieron, se les solicitó que trajeran alguna evidencia gráfica: una fotografía o un video.

Se formaron equipos de 4 integrantes y cada equipo realizó una presentación en PowerPoint a manera de *collage* con las fotografías de todos los miembros del equipo.

Por último, se llevó a cabo una discusión plenaria, al final de la cual, la profesora explicó desde el punto de vista químico por qué lloramos al cortar cebolla. Resulta que, al rebanar la cebolla con un cuchillo, algunas células de la cebolla se rompen liberando un par de enzimas que desencadenan una serie de reacciones químicas cuyo producto final es una sustancia con propiedades lacrimógenas: el Z-propanotial-S-óxido (Imai et al, 2002). La ecuación de la reacción correspondiente se muestra a continuación:



Además, como tarea posterior a la explicación dada por la profesora, se les pidió a los alumnos que elaboraran un crucigrama con las siguientes palabras: armas químicas, catalizador, cebolla, célula, enzima, lacrimógeno, propiedad, reacción química, sustancia, tradición.

El propósito de esta actividad es que los alumnos se percaten de la relación que tiene la química con diversos aspectos de nuestra vida cotidiana: la cocina, los seres vivos, las armas químicas, etcétera. En este sentido, se inserta en el dominio personal previsto en la enseñanza contextualizada.

Actividad 3 ¡Qué rico huele!

Se trata de la obtención, en el laboratorio, de dos sustancias con olor: el butanoato de etilo (olor a piña) y el etanoato de 3-metilbutilo (olor a plátano). Ambas son ésteres que se obtienen haciendo reaccionar un ácido carboxílico con un alcohol.

La profesora les proporcionó tanto el procedimiento experimental como las fórmulas desarrolladas de todas las sustancias involucradas. Como en las actividades anteriores, previamente se les pidió que investigaran qué son y para qué sirven tanto los compuestos que reaccionaron como los que se obtuvieron.

Nunca se les dijo a los alumnos que los productos iban a tener un olor conocido; ellos lo descubrieron en el laboratorio conforme fueron terminando sus reacciones.

Algunos alumnos no reconocieron inmediatamente de qué olores se trataba, pero, poco después, los identificaron. Toda esta situación es muy emocionante y muy motivante para los jóvenes.

Después del experimento, se les pidió que, a partir de las fórmulas desarrolladas, trataran de reproducir con clips las ecuaciones representadas en el pizarrón.

Por último, bajo la idea de una enseñanza contextualizada se les pidió a los alumnos que investigaran la historia y la importancia económica de las industrias de perfumes y de alimentos. Ambos son materiales con los que conviven en lo cotidiano y realizar



tareas bajo esos contextos les permiten vincular contenidos disciplinarios de la química con dichos materiales; esta actividad puede generar en ellos el interés por conocer más aspectos sobre los mismos. Corresponde al dominio de la sociedad.

La intención con esta actividad es que los alumnos reconozcan que el olor es una característica propia de cada sustancia, por esa hay sustancias que tienen un cierto olor y otras con otro muy distinto. También que se percaten de que además de su evidente aspecto científico, la química tiene un aspecto socio-económico de enorme importancia: la industria química.

Con el ejercicio de los clips, lo que se pretende es que el alumno:

- Utilice la idea de que las sustancias consisten de partículas y que las reacciones químicas ocurren cuando partículas de distintas sustancias coliden e intercambian partes formando otras partículas que integran otras sustancias.
- Conozca un par de ejemplos de reacciones de condensación. En la explicación de lo que ocurrió, se hace énfasis en que, a partir de dos moléculas medianas (el ácido y el alcohol), se obtienen una molécula más grande (el éster) y otra más pequeña (el agua).
- También se les llama la atención acerca de la formación de agua (como un subproducto de la reacción). Se hace énfasis en la estabilidad del agua y se les explica que en muchas reacciones se obtiene agua.

Actividad 4. ¡Pobrecitos, los marines!

Se les da a leer el artículo de divulgación *Pobrecitos, los marines* (Sosa, P., 2012.) que trata sobre cómo se aprovecha la reacción química entre el magnesio y el agua para calentar la comida de los marines cuando están en campaña. Después se les aplica un pequeño cuestionario acerca de la lectura, orientado principalmente a averiguar si se percataron que la energía también puede ser uno de los "productos" de una reacción química.

Finalmente, la profesora da la explicación acerca de cómo está involucrada la energía en los procesos químicos. Se les habla de la ruptura de enlaces (donde se consume energía) y de la formación de enlaces (¡donde se libera la energía!) y se hace énfasis en que la energía neta en una reacción química (ya sea que se consuma o que se libere) es el balance de ingresos y egresos de energía.

También se les hace ver que no todas las sustancias consisten de partículas sueltas como es el caso del hidróxido de magnesio que consiste en una red iónica que se extiende en las tres dimensiones formando una estructura cristalina y que es durante la formación de los cristales cuando se libera la energía. Desde el punto de vista de la enseñanza contextualizada, el hablar de la guerra y cómo el conocimiento científico (la energía involucrada en las reacciones químicas) se puede aplicar para calentar los alimentos, no solo en el campo de batalla sino en cualquier lugar y situación donde no haya una estufa a la mano, involucra tanto el dominio social como el dominio científico-tecnológico.



Resultados

El análisis (Ferrera, T., 2014.) se realizó a partir de las respuestas obtenidas en el pretest y el postest. Se recurrió al uso de redes sistémicas⁴ para organizar y analizar los datos obtenidos (Bliss et al., 1983). Las categorías y subcategorías resultantes fueron clasificadas en una serie de niveles. Para ello, se consideraron los criterios aportados por Stavridou y Solomonidou (1998), Johnson (2002), Solsona et al. (2003) y Hadenfeldt y Neumann (2014). Dichos niveles se describen en la Tabla 1.

Nivel	Descripción
0	El alumno no contestó la mitad o más de la mitad del cuestionario. Así mismo, están consideradas dentro de este nivel las respuestas ambiguas, no justificadas o anuladas.
1	No se aprecia una explicación apropiada respecto a la reacción química. También se incluyen algunas concepciones alternativas comunes asociadas a este concepto.
2	Se aprecia una ligera comprensión de lo que es la reacción química, sin embargo, hay dificultad para comprender cómo sucede y no se expresa la formación de nuevas sustancias. Sobre este punto, Solsona et al. (2003) reconocen que aquellos estudiantes que consideran que ha sucedido un cambio de propiedades o un cambio de estructura pueden estar concibiendo que se trate de la misma sustancia, pero en otra presentación.
3	Se aprecia una mayor comprensión del concepto de reacción química, aunque, algunas ideas no están debidamente estructuradas.
4	Los alumnos aceptan que en una reacción química se forman nuevas sustancias.
5	Formación de nuevas sustancias con propiedades diferentes que los reactivos. Las ideas están construidas en torno a una explicación macroscópica (Solsona et al., 2003).
6	Formación de nuevas sustancias y cambio de estructura. Las ideas están construidas en torno a una explicación subnanoscópica (Solsona et al., 2003).
7	Formación de nuevas sustancias y reorganización de partículas y enlaces. Las ideas están construidas en torno a una explicación macro y submicroscópica (Solsona et al., 2003).

⁴ Las redes sistémicas son estructuras que muestran las interrelaciones entre las ideas expresadas y permiten conectar la descripción de los datos con las posibles características o interpretaciones de estos (Bliss et al., 1983). Jorba y Sanmartí (1996) comentan que este recurso metodológico es útil "para averiguar qué entendemos de las respuestas de un estudiante a una entrevista o cuestionario abierto".

Tabla 1. Niveles de comprensión del concepto de reacción química

Con base en estos niveles de comprensión, se clasificaron las respuestas de cada alumno, tanto del pretest como del postest. Después, por pregunta, se contabilizó el número de respuestas correspondientes a cada nivel y finalmente se obtuvo un promedio (Tabla 2 y Figura 1).

Nivel	Pretest		Postest	
	Media	% media	Media	% media
N0	2	8%	3	12%
N1	13.7	53%	1	4%
N2	1	4%	2.3	9%
N3	2.3	9%	5.7	22%
N4	5.3	21%	6.3	24%
N5	1	4%	3.7	14%
N6	0.7	3%	1.3	5%
N7	0	0%	2.7	10%
TOTAL	26	100%	26	100%

Tabla 2. Niveles de comprensión del concepto de reacción química.

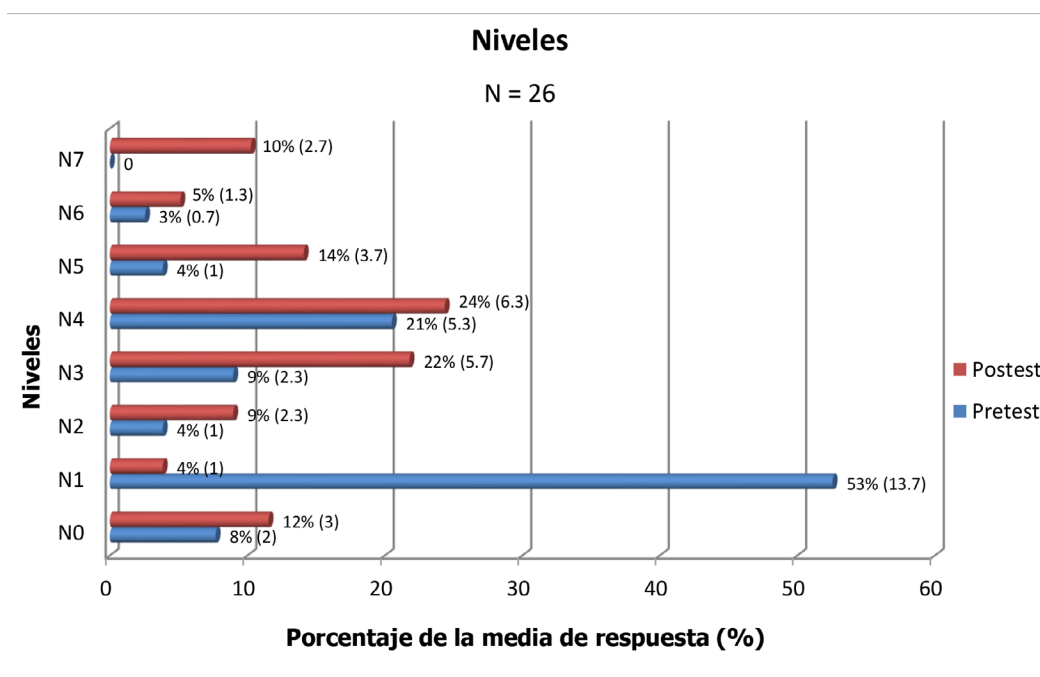


Figura 1. Niveles de comprensión del concepto de reacción química.

Para el pretest, se observa que, al menos, la mitad de las respuestas se ubican en el Nivel 1; aunque, alrededor de una quinta parte se encuentran en el Nivel 4. Pero, después de la aplicación de la propuesta didáctica, ocurre un notable descenso del Nivel 1, aumentan el resto de los niveles y surge el Nivel 7.

Estos hechos sugieren que hubo una mejoría en la comprensión de que en una reacción química ocurre la formación de una nueva sustancia, la cual tiene propiedades y estructuras diferentes de las que le dieron origen, e inclusive, un reacomodo de átomos y la ruptura y formación de enlaces resulta plausible para los estudiantes.

Posteriormente, para determinar la eficacia de la propuesta didáctica en relación con sus objetivos, se clasificó cada nivel en una categoría global. Estos se muestran en la Tabla 3.

Categoría	Descripción de la categoría
Poco probable (N0 y N1)	Hay escasa evidencia de que el alumno concibe que en una reacción química se forman nuevas sustancias.
Incierto (N2 y N3)	El alumno muestra una leve comprensión de que en una reacción química se forman nuevas sustancias, sin embargo, aún tiene dificultades para comprender cómo sucede o sus ideas son ligeramente coherentes.
Muy probable (N4 a N7)	El alumno muestra, al menos, una mayor comprensión de que en una reacción química se forman nuevas sustancias. Así mismo, tiene noción sobre cómo se lleva a cabo este fenómeno.

Tabla 3. Categorías globales

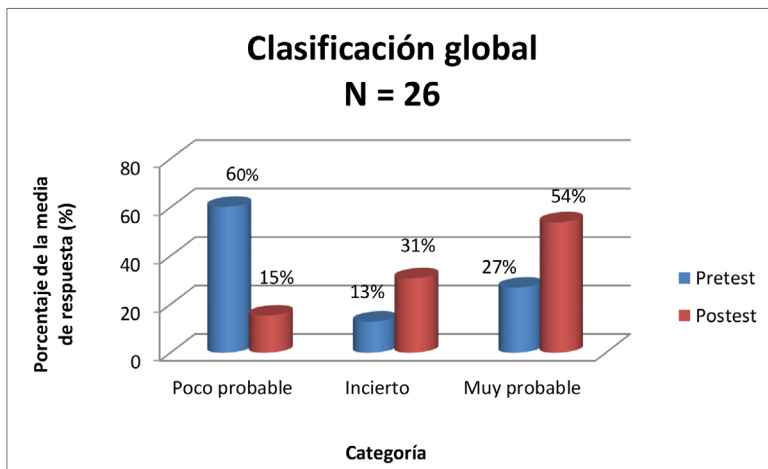


Figura 2. Categorías globales

Se aprecia en la Figura 2 que, antes de la intervención en el aula, más del 50 % de las respuestas de los estudiantes no manifestaban una comprensión del concepto de reacción química. Sin embargo, después de la aplicación de la propuesta didáctica este porcentaje disminuyó de forma considerable y aumentó en gran medida el porcentaje de respuestas que demuestran que, al menos, se logró la apropiación de la idea de que una reacción química implica la formación de nuevas sustancias.

A continuación, se muestra un ejemplo de respuesta de un alumno clasificado como "1F3".

Respuesta de pretest

2. ¿Qué es una reacción química?

Cuando se juntan varios productos y sus componentes cambian.

Transcripción: "Cuando se juntan varios productos y sus componentes cambian."

Respuesta de posttest

2. Con tus propias palabras, explica qué es una reacción química

A partir de 2 reactivos se forma un producto con diferentes propiedades, o de una sustancia se pueden formar 2 diferentes.

Transcripción: "A partir de dos reactivos se forma un producto con diferentes propiedades, o de una sustancia se pueden formar dos diferentes".

Como se observa, hay evidencia que indica que, en general, el grupo:

- Avanzó en la comprensión de que cada sustancia tiene un conjunto específico e invariable de propiedades.
- Empezó a concebir las reacciones químicas, como aquellos procesos en los que se obtienen unas sustancias a partir de otras.
- Progresó en la interpretación de las fórmulas químicas de las sustancias en términos de en qué proporción se encuentran los elementos químicos que la conforman (es decir, qué significan los subíndices).



- Adelantó en representar las reacciones químicas mediante la escritura de una ecuación química: fórmulas condensadas (de reactivos y productos) y balanceo de los elementos químicos involucrados mediante el uso de coeficientes estequiométricos.
- Comenzó a construir la idea de enlace químico, al reconocer y operar la conectividad que existe en las partículas polinucleares (iones poliatómicos y moléculas) mediante las dinámicas desarrolladas con los clips y con los dibujos.

Conclusiones

Los resultados obtenidos al analizar las preguntas del *pretest* y *postest* mostraron un progreso notorio en relación con las respuestas de los estudiantes. En primera instancia, destaca el hecho de que después de la aplicación de la propuesta didáctica más de la mitad del alumnado al menos reconoció que en una reacción química ocurre la formación de nuevas sustancias, pues antes de la intervención en el aula aproximadamente un 60% de los estudiantes no manifestaron una idea clara al respecto.

Por otra parte, aunque este trabajo no se enfocó en investigar la influencia del contexto en el proceso de aprendizaje de los alumnos, es posible comentar que la incorporación de la enseñanza contextualizada en el diseño de las actividades didácticas aportó una gama de oportunidades para que los estudiantes vieran las conexiones entre los conceptos y las aplicaciones de estos en varias situaciones diferentes al de la "vida cotidiana".

En muchas ocasiones, vincular la química con la vida cotidiana se entiende como realizar actividades que solo ocurren en el hogar (o en otros lugares de la cotidianidad). En esta propuesta, se llevaron a cabo experimentos de química, realizados en un laboratorio químico y se destacó su relación con aspectos de la vida diaria (análisis clínico, lacrimógenos, perfumería y energía a partir de combustibles) cuidando, en todo momento, que el nivel de abstracción y de conocimientos fuera el adecuado para la edad y la formación de los alumnos.

Finalmente, es importante recalcar que el uso de contextos en la enseñanza de la química puede ayudar a que los alumnos le den un significado al aprendizaje de esta disciplina, tal y como lo señalan Morales y Manrique (2012).

Referencias

- Anderson, L.; Wittkopp, S. M.; Painter, C. J.; Liegel, J. J.; Schreiner, R.; Bell, J. A.; Shakhashiri, B. Z. (2012). What Is Happening When the Blue Bottle Bleaches: An Investigation of the Methylene Blue Catalyzed Air Oxidation of Glucose. *J. Chem. Educ.* 89 (11), 1425–1431
- Bliss, J., Monk, M. y Ogborn, J. (1983) *Qualitative data analysis for educational research. A guide to uses of systemic networks*, London: Croom Helm.
- Bulte, A., Westbroek, H., De Jong, O. y Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 1063–1086.
- Caamaño, A. (2011a). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21–34.
- Caamaño, A. (2011b). Contextualización, indagación y modelización. Tres enfoques para el aprendizaje de la competencia científica en las clases de química. *Aula de Innovación Educativa*, 207, 17–21.



- Campanario, J. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179 - 192.
- De Jong, O. (2006a). Making chemistry meaningful: conditions for successful context-based teaching. *Educación Química*, 17, 215–221.
- De Jong, O. (2006b). *Context - based chemical education: how to improve it?* [electronic version], Paper based on the plenary lecture presented at the 19th ICCE, Seoul, Korea, 12-17 August 2006. Consultado el 1 de Octubre de 2017, de la URL: <http://old.iupac.org/publications/cei/vol8/0801xDeJong.pdf>
- De la Mata, C., Álvarez, J. y Alda, E. (2011). Ideas alternativa en las reacciones químicas. *Didácticas Específicas*, 5. Consultado el 1 de Octubre de 2017, de la URL: <http://www.didacticasespecificas.com/files/download/5/articulos/40.pdf>
- De Vos, W. y Verdonk, A. (1985). A new road to reactions. Part 1. *Journal of Chemical Education*, 62 (3), 238 - 240.
- Ferrera, T., 2016. *Propuesta didáctica para la enseñanza de reacción química en el bachillerato*. Tesis de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, UNAM.
- Furió, C., Vilches, A., Guisasaola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria ¿alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 365 - 376.
- Gilbert, J. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 957 – 976.
- Hadenfeldt, J., Liu, X. y Neumann, K. (2014). [Framing students' progression in understanding matter: a review of previous research](#). *Studies in Science Education*, 50 (2), 181-208.
- Hesse, J. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (3), 277–299.
- Hinton, M. y Nakhleh, M. (1999). Students' microscopic, macroscopic, and symbolic representations of chemical reactions. *The Chemical Educator*, 4 (5), 158–167.
- Holman, J. (2001). All you need to know about chemistry. *Education in Chemistry*, 10, 10–11.
- Imai, S., Tsuge, N., Tomotake, M., Nagatome, Y., Sawada, H., Nagata, T. y Kumagai, H. (2002). An onion enzyme that makes the eyes water. *Nature*, 419, 685
- Jiménez, M., Sánchez, M., De Manuel, E. (2002). Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad u utopía? *Educación Química*, 13 (4), 259–266.
- Johnson, P. (2002). Children's understanding of substances. Part 2: explaining chemical change. *International Journal of Science Education*, 24 (10), 1037–1054.
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- King, D. (2009). Context-based chemistry: creating opportunities for fluid transitions between concepts and context. *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association*, 55 (4), 13 - 19.
- Lacolla, L., Meneses, J. y Valeiras, N. (2014). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 89–109.
- Lubben, F. y Bennett, J. (2008). From novel approach to mainstream policy? The impact of context-based approaches on chemistry teaching. *Educación Química*, 19 (4), 252–262.



- Meroni, G., Copello, M. y Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26 (4), 275-280.
- Morales, R. y Manrique, F. (2012). Formación de profesores de química a partir de la explicación de fenómenos cotidianos: una propuesta con resultados. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (1), 124–142.
- Raviolo, A., Garritz, A. y Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (3), 240 - 254.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*, España: Editorial Gedisa.
- Shakhashiri, B. Z. (1985) *Chemical Demonstrations*; University of Wisconsin Press: Madison, WI, Vol. 2, pp 142–146
- Solsona, N., Izquierdo, M. y De Jong, O. (2003). Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. *International Journal of Science Education*, 25 (1), 3–12.
- Sosa, P. (2012) Pobrecitos, los marines, en *La química es puro cuento*, México: ADN Editores.
- Stavridou, H. y Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and the construction of the chemical reaction concept during secondary education. *International Journal of Science Education*, 20 (2), 205–221.
- Vázquez, C. (2004). Reflexiones y ejemplos de situaciones didácticas para una adecuada contextualización de los contenidos científicos en el proceso de enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (3), 214–223.
- Yitbarek, S. (2011). Chemical reaction: Diagnosis and towards remedy of misconceptions. *African Journal of Chemical Education*, 1 (1), 10–28.

Recepción: 22 de febrero de 2018. Aprobación: 20 de junio de 2018