



EL MODELAJE DE FENÓMENOS QUÍMICOS EN UNA UNIDAD DIDÁCTICA INTEGRADORA PARA EL TEMA DE REACCIÓN QUÍMICA DE LA ASIGNATURA DE CIENCIAS 3

ZEÍN CAMACHO MARTÍNEZ

ESCUELA SECUNDARIA DEL ESTADO "JOSÉ MARÍA LUIS MORA". TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.
camacho.zein@gmail.com

ALEJANDRA GARCÍA FRANCO

DEPARTAMENTO DE PROCESOS Y TECNOLOGÍA. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – UNIDAD CUAJIMALPA.
agarcia@correo.cua.uam.mx

RESUMEN

Uno de los mayores retos a los que nos enfrentamos los docentes consiste en diseñar actividades que repercutan directamente en el aprendizaje de nuestros estudiantes, logrando en ellos un cambio que se vea reflejado en los aprendizajes y habilidades que los jóvenes logren adquirir y/o desarrollar a lo largo de su proceso formativo en las instituciones educativas. Considerando lo anterior, a partir del diseño de una Unidad Didáctica (UD) en la que se abordó de forma integradora distintos aprendizajes esperados para el tema de Reacción Química, incluidos en el programa de la asignatura de Ciencias 3 con énfasis en Química de Nivel Secundaria de Educación Básica, se trabajó a través del modelaje y análisis de fenómenos químicos a distintos niveles de organización, así como su expresión simbólica a través de ecuaciones químicas, con la finalidad de lograr una modificación en las ideas previas que los jóvenes poseían con respecto al cambio químico.

Palabras clave: Cambio conceptual, Educación Básica, Enseñanza de las Ciencias, Modelos, Química.





INTRODUCCIÓN

Partiendo de una búsqueda de estrategias de enseñanza que repercutan de forma positiva en el aprendizaje, se planteó la idea de diseñar una unidad didáctica (UD) para abordar los aprendizajes esperados relacionados con el tema de cambio químico del programa de Ciencias 3 de nivel secundaria de Educación Básica.

Retomando las consideraciones hechas por Caamaño y Oñorbe (2004), Díaz Barriga (2009), Izquierdo (2006), Oñorbe de Torre y Sánchez Jiménez (1996), Pozo y Gómez Crespo (2009), con respecto a la importancia de tomar en consideración las dificultades de aprendizaje, así como las ideas de los estudiantes en el diseño y planeación de actividades didácticas que permitan el desarrollo de competencias y habilidades, con la finalidad de favorecer la superación de dichas dificultades, se optó por elegir el modelaje de fenómenos como estrategia de aprendizaje para lograrlo.

En consecuencia, el objetivo principal de la investigación fue:

- Determinar cómo una unidad didáctica basada en el modelaje favorece el aprendizaje del tema de Reacción Química de la asignatura de Ciencias 3

Dicho objetivo de investigación, fue puesto en tela juicio con la finalidad de responder la siguiente pregunta de investigación:

- *¿Cómo influye la aplicación de una unidad didáctica basada en el modelaje y la utilización de modelos para lograr el cambio conceptual en los contenidos temáticos relacionados con las reacciones químicas en alumnos de tercer grado de secundaria que cursan la asignatura de Ciencias 3 con énfasis en Química?*

MARCO TEÓRICO

Garriz (2010) considera que los modelos y el modelaje constituyen uno de los *paradigmas de la enseñanza de la ciencia*, y su uso genera nuevas expectativas en los procesos de enseñanza en el presente siglo, situación por la cual se optó porque los alumnos trabajaran el modelaje de fenómenos como alternativa didáctica para comprender las implicaciones del cambio químico a





nivel de partículas. Para ello, recurrimos a las ideas de Chamizo (2006) e Izquierdo, Sanmartí y Estaña (2007) acerca de que los modelos son instrumentos o representaciones icónicas o conceptuales construidas como analogías de la realidad que favorecen la expresión y comunicación de ideas.

Además, se consideraron las ideas expuestas por Treagrust, Chittleborough y Mamiala (2002) para quienes aprender ciencias requiere que los estudiantes se apropien de las nuevas ideas y conceptos, que los interioricen, reconstruyan, y puedan explicarlos o comunicarlo a otros, en definitiva, que elaboren sus propios modelos al respecto durante el aprendizaje. Asimismo, Moreira, Greca y Rodríguez Palmero (2002) consideran que el uso de modelos nos ofrece una rica oportunidad de acercamiento entre la investigación y el desarrollo curricular e instruccional en la enseñanza de las Ciencias. Esta situación apoya lo expuesto por Caamaño (2003) para la enseñanza de la Química, al enunciar que los modelos permiten establecer puentes entre la abstracción y la construcción de imágenes mentales, permitiendo que los alumnos entren en contacto “directo” con los fenómenos estudiados.

Para ello, Johnstone (2006) considera vital esclarecer las dificultades atribuibles al dominio de los niveles conceptuales de la materia (ver figura 1), ya que continuamente confrontamos a los estudiantes a la introducción simultánea de sustancias desconocidas o poco familiares para ellos, la descripción o definición de las mismas en términos moleculares, o bien, su representación a través de símbolos o fórmulas, presentes o no a modo de ecuaciones químicas.





Figura 1. Los tres niveles conceptuales de la Química. (Traducido de Johnstone, 2006).

METODOLOGÍA

Se diseñó y aplicó una UD basada en el modelaje en la que se fueron abordando de forma integradora distintos aprendizajes esperados relativos al tema de Reacción Química. Para ello nos basamos en Muñoz Galván (2010), Sánchez Blanco y Valcárcel Pérez (1993) y Sanmartí (2000). Se elaboró una UD conformada por 7 ejercicios diferentes para aplicarse en un total de 8 sesiones de clase para tratar distintos contenidos relacionados al Cambio Químico, partiendo del modelaje y análisis de fenómenos químicos cotidianos en todos los ejercicios. Se solicitó a los alumnos en distintos momentos de la UD la utilización de los modelos como estrategia didáctica ya que de acuerdo a García Franco (2010), el modelaje es una competencia del proceso educativo, y por lo tanto no debe ser solo una estrategia didáctica focalizada, sino más bien una actividad cotidiana de la enseñanza de las ciencias.

Ejercicio	Descripción breve de la actividad
1. Los clavos oxidados.	Los alumnos analizaron y modelaron a nivel microscópico las diferencias entre un clavo nuevo y uno oxidado. Evaluaron la pertinencia de sus modelos incorporando conceptos con respecto a la oxidación.
2. Pastilla efervescente.	Los alumnos llevaron a cabo y modelaron una reacción de efervescencia, haciendo valoraciones de las modificaciones de la masa de un sistema cuando ocurre un cambio químico mientras incorporaron conceptos a través de las actividades.
3. Precipitando sustancias.	Trabajaron en laboratorio una reacción de precipitación, en la que modelaron y discernieron lo que ocurrió en dicho cambio químico, y además consideraron el efecto de la temperatura en una reacción.
4. Manipulando reacciones.	Posterior a la parte experimental del ejercicio 4, los alumnos deben manipular materiales sencillos para modelar la reacción de precipitación trabajada previamente. Para modelar debieron interpretar la ecuación química correspondiente a la reacción.





5. Química en la "vida real".	Los alumnos realizaron una lectura para identificar, diferenciar y organizar distintos fenómenos físicos y químicos, y después modelaron a nivel macro y microscópico un ejemplo de cada uno de ellos, explicando la diferencia existente a nivel de partículas.
6. Reacciones simbolizadas.	Los alumnos pasaron del modelado macro y microscópico de fenómenos a la representación o modelado simbólico de los mismos, expresando reacciones en ecuaciones químicas. Además, interpretaron ecuaciones para corroborar si estas se encuentran balanceadas adecuadamente o no.
7. Ecuaciones cotidianas.	En el último ejercicio los alumnos debieron expresar la ecuación química de los procesos de fotosíntesis y de la combustión del gas LP, expresando a través de modelos las diferencias que consideren existen en cada proceso a nivel macro y microscópico.

Tabla 1. Generalidades de las actividades a realizar en los ejercicios de la UD.

La UD se aplicó en un grupo de 15 estudiantes de secundaria pertenecientes a una escuela privada matutina, en la cual los docentes utilizaban de forma recurrente el análisis de ejercicios o situaciones para que los jóvenes pudiesen demostrar el dominio de los aprendizajes obtenidos. Asimismo, es importante mencionar que la UD fue aplicada por el docente de los alumnos, situación por la cual los autores cumplimos el rol de observadores.

Es importante señalar que la recolección de datos no solo partió de la observación directa, sino que todos los productos generados por los estudiantes en la resolución de la UD fueron recogidos y analizados de forma individual, construyendo con ello un estudio de caso. Para el análisis se categorizaron las respuestas individuales y en equipo, buscando generalidades que nos permitieran contrastar los indicios obtenidos con las ideas previas ya identificadas en investigaciones previas por distintos autores, con la finalidad de poder identificar si con el paso de las actividades los alumnos modificaban algunos aspectos de su argumentación o modelaje.

RESULTADOS

Los ejercicios y actividades aplicadas fueron variadas y diversas en distintos aspectos, ya que los alumnos no solo modelaron y discutieron individual y colectivamente acerca de la oxidación de los metales, la efervescencia, reacciones de precipitación, diferenciaron entre fenómenos





físicos y químicos cotidianos, así como la resolución de ecuaciones químicas a través del modelado de las reacciones, sino que además fueron desde el modelado de fenómenos químicos en dos dimensiones (dibujos), hasta la manipulación de materiales para el modelado de fenómenos químicos observados en trabajo experimental. Asimismo, distintos conceptos relacionados con el cambio químico fueron incorporados de forma paulatina con la finalidad de ir proporcionando a los estudiantes un bagaje conceptual más amplio que les permitiera ir complejizando sus estructuras cognitivas al respecto. Con esto se buscó que los estudiantes modificaran las ideas previas que poseían al respecto, hasta lograr un cambio conceptual en sus percepciones respecto al cambio químico, sobretodo en el nivel de organización en el cual ellos representaban los fenómenos químicos estudiados.

Uno de los aspectos más importantes de la propuesta de UD planteada en la investigación, fue el hecho de que el tema de Reacción Química no se había trabajado de forma previa, así que la UD fue la primera aproximación formal de los jóvenes a los contenidos relacionados a dicha temática. Por consiguiente, de forma previa y posterior a la aplicación de la UD se aplicó un diagnóstico en el que se valoraban cuatro aspectos diferentes relacionados con el tema en estudio:

1. Concepto de cambio químico,
2. Identificación de fenómenos químicos cotidianos,
3. Ley de la Conservación de la materia y balanceo de ecuaciones,
4. Comportamiento de las partículas durante el cambio químico.

Así bien, los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de la UD fueron diversos y complejos, ya que los alumnos plasmaron sus ideas de distinta manera para un mismo fenómeno, es decir, en una misma actividad o fenómeno los jóvenes presentaron modelos ya fuese desde una perspectiva macroscópica, una microscópica, o bien una perspectiva mixta en la que utilizaban ambas dimensiones de la materia. Resultó muy interesante el hecho de que al inicio los estudiantes modelaran continuamente las sustancias como “especies químicas”, las cuales según Loeffler (1989), citado en Kind (2004, pág. 57), son estructuras o trozos de una sustancia que se comportan “individualmente” como si fuesen partículas y no moléculas.





En la figura 2 se presentan dos representaciones hechas por alumnos del proceso de combustión del gas L.P. modelado a nivel de partículas, sin embargo tal y como puede apreciarse, los alumnos modelaron a cada sustancia de forma distinta. Comparando lo modelado en el **inciso a** de la figura 1 con el **inciso b**, puede apreciarse que en los modelos presentados en el **inciso a** cada elemento se encuentra representando una especie química, según lo expuesto por Loeffler, mientras que en el **inciso b** las especies químicas representan a cada molécula participante en el proceso de combustión.

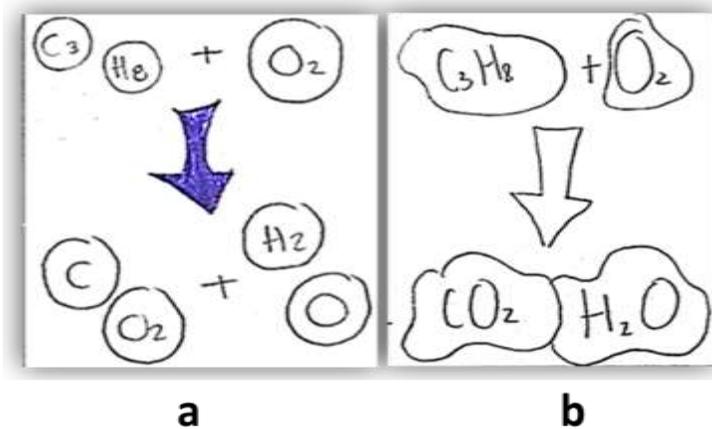


Figura 2. Representaciones del proceso de combustión del gas L.P. a nivel microscópico.

Así bien, resulta relevante la dificultad de los estudiantes para modelar los átomos de las sustancias participantes en las reacciones químicas estudiadas al solicitarles un modelo de partículas, ya que la mayoría de los alumnos tendió en algún momento a representar “especies químicas” en vez de hacerlo representando los enlaces químicos que mantienen unidos a los elementos en las estructuras moleculares que conforman a cada una de las sustancias involucradas en los procesos estudiados.

De igual manera, a lo largo de la resolución de las actividades incluidas en cada uno de los ejercicios, la forma en que los estudiantes modelaron los fenómenos presentó modificaciones con respecto al nivel de organización en el que representaron los fenómenos estudiados. Esta afirmación se hace a partir de que el número de alumnos que modeló de forma mixta (nivel macro y microscópico en un mismo modelo) las reacciones químicas presentadas aumentó con el paso





de las actividades. Caamaño (2003, pág 216) considera que la habilidad para moverse entre los distintos niveles de organización de la materia es una de las dificultades intrínsecas en la enseñanza de la Química, sin embargo, y de acuerdo a lo observado en las respuestas de los alumnos, a través del uso de modelos para representar tanto fenómenos como ecuaciones químicas, los alumnos fueron presentando mayor habilidad para poder moverse entre dichos niveles de organización, lo cual nos habla de cierto nivel de desarrollo de habilidades para trasladar sus ideas y concepciones entre las representaciones macroscópicas y microscópicas, así como en la expresión simbólica de fenómenos químicos a través de ecuaciones químicas.

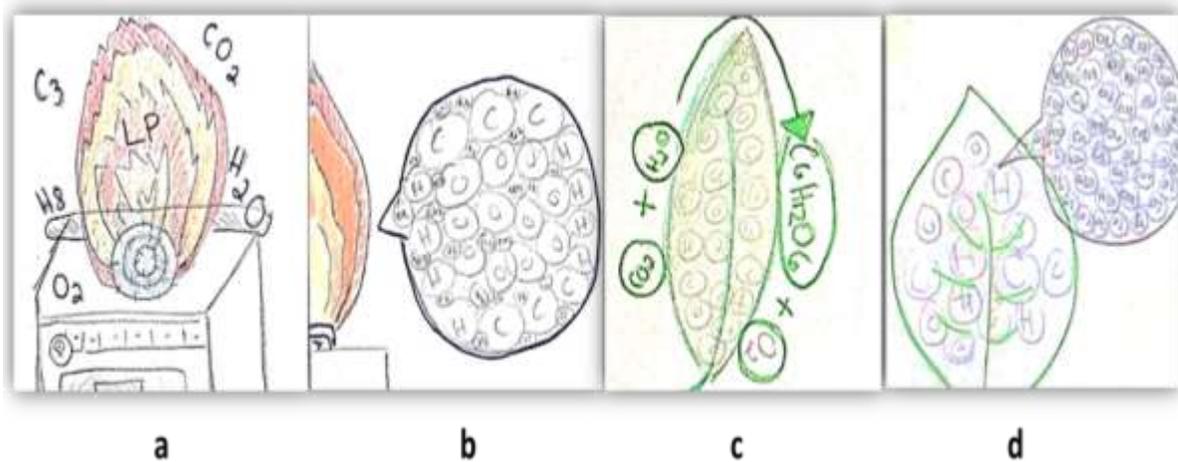


Figura 3. Representaciones de fenómenos químicos en distintos niveles de organización.

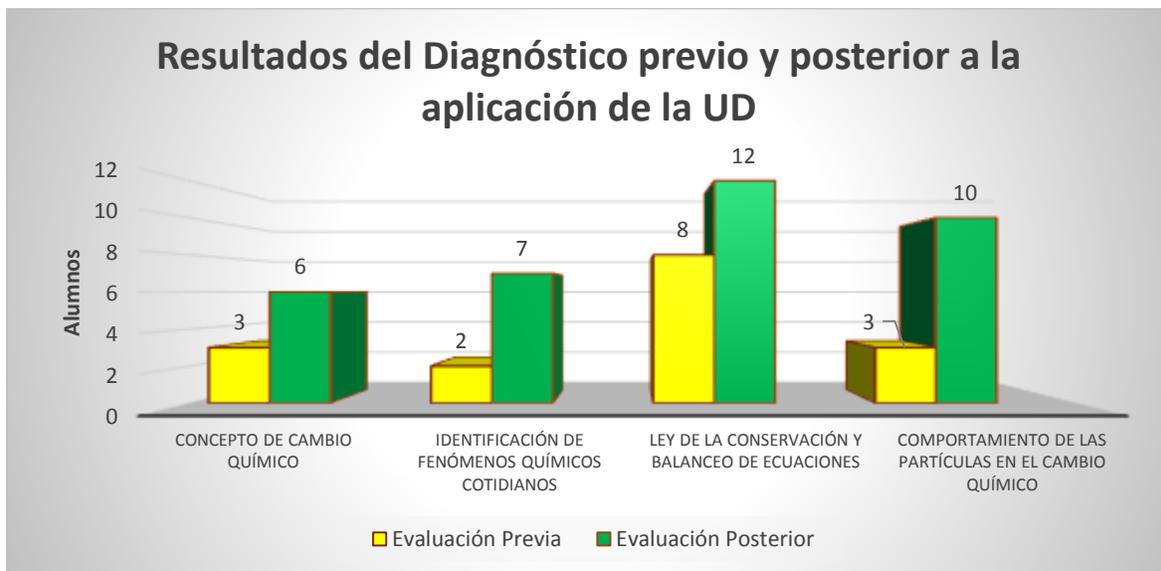
De tal manera, en la figura 3 se presentan las respuestas de un alumno para el modelado a nivel macro y microscópico de la combustión del gas L.P. y de la fotosíntesis. Así bien, los **incisos a y c** corresponden a la solicitud de modelado de dichos fenómenos a nivel macroscópico, a lo cual el alumno presentó representaciones mixtas para ambos casos, siendo el **inciso a** un modelo mixto a nivel macroscópico y a nivel simbólico, mientras que en el modelo presentado en el **inciso c** es posible observar que en una representación más complejo utilizando tanto los niveles macro y microscópico, así como la representación simbólica del fenómeno a través de una ecuación química. Por su parte, los **inciso b y d** corresponden a la solicitud de modelar dichos fenómenos únicamente a nivel microscópico, para lo cual el alumno elaboró modelos mixtos para los dos fenómenos, representando macroscópicamente en el **inciso b** la





flama de la combustión, y a nivel microscópico las sustancias participantes en el “interior” de la flama. A su vez, el modelo del *inciso d* presenta a nivel macro la silueta de una hoja, mientras que a nivel microscópico representa las sustancias que se encuentran en el interior de la hoja participando en el proceso fotosintético. Para ambos modelos solicitados a nivel microscópico los alumnos modelaron las sustancias participantes de forma mixta, al modelar algunas sustancias de forma elemental, y en otros casos presentar “especies químicas” como partículas o moléculas.

Finalmente, las modificaciones conceptuales que los alumnos establecieron en la forma de modelar fenómenos y ecuaciones químicas les permitieron mejorar en los resultados de su evaluación diagnóstica posterior en relación a los resultados que obtuvieron en la evaluación diagnóstica previa. De tal manera, tal y como se puede en la gráfica siguiente, después de haber aplicado la UD diseñada para a investigación, se mostró mejoría en los cuatro aspectos evaluados en la prueba diagnóstica.



Gráfica 1. Comparativo en los resultados obtenidos de la evaluación diagnóstica previa y posterior a la aplicación de la UD.

CONCLUSIONES

Por consiguiente, y a modo de conclusión, se puede afirmar que después de analizar las respuestas de todos los alumnos participantes:





1. Si bien el grupo-clase estudiado es pequeño, además de contar con ciertas particularidades, podemos afirmar que hubo avances en las ideas expresadas por los estudiantes a través de sus modelos, lo cual nos permite pensar que la estrategia utilizada se puede replicar en otro tipo de condiciones.
2. Los alumnos se mostraron interesados y motivados en la resolución de los ejercicios a lo largo de las ocho sesiones de trabajo, debido a que las actividades planteadas les parecieron interesantes y llamativas con respecto a la forma en que normalmente trabajaban en la asignatura de Ciencias.
3. El trabajo con UD integradoras para los temas núcleo de un programa de estudios como alternativa de inicio para abordar cierto contenido, es una opción viable para lograr el cambio conceptual en los estudiantes.
4. Los ejercicios y actividades diseñadas resultaron pertinentes para que lograr que los alumnos fuese modificando de forma paulatina y gradual sus concepciones con respecto al cambio químico.
5. El modelaje de reacciones logró una mejora significativa especialmente en la comprensión a nivel de partículas de cómo se lleva a cabo una reacción química.
6. Al trabajar el modelaje de fenómenos a distintos niveles, los alumnos optan por modelar de forma mixta las situaciones planteadas. Los modelos mixtos pueden estar integrados por al menos dos niveles distintos de organización (macroscópico, microscópico y/o simbólico).
7. Los alumnos presentan dificultades en el modelaje a nivel de partículas. Los jóvenes tienden a modelar *especies químicas* en detrimento de las estructuras moleculares que integran los elementos químicos.
8. El modelaje de fenómenos, así como la incorporación gradual de conceptos, permitió a los alumnos modificar las estructuras conceptuales que poseían acerca del cambio químico.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Caamaño, A. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la química. En M. P. Jiménez Aleixandre, A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci, & A. de Pro Bueno, *Enseñar ciencias* (págs. 203-228). Barcelona, España: Graó.





- Caamaño, A., & Oñorbe, A. (2004). La enseñanza de la Química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*(41), 68-81.
- Chamizo, J. A. (2006). Los modelos de la Química. *Educación Química*, XVII(4), 476-482.
- Díaz Barriga, Á. (2009). *Pensar la didáctica* (1a ed.). Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.
- García Franco, A. (2010). Actividades sobre los modelos y el modelaje. En J. A. Chamizo, & A. García Franco (coord.), *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales* (1a ed., págs. 19-30). México: UNAM.
- Garriz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad de incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 315-326.
- Izquierdo, M. (Mayo de 2006). La educación química frente a los retos del tercer milenio. *Educación Química*, XVII(E), 114-128.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Estaña, J. L. (2007). Actividad química escolar: modelización metacognitiva del cambio químico. En M. Izquierdo, A. Caamaño, & M. Quintanilla (Edits.), *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (1a ed., págs. 141-163). Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 49-63.
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias: ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de Química* (2a ed.). México: Aula XXI – Santillana.
- Muñoz Galván, M. (2010). *Conociendo los modelos materiales sobre enlace químico a través de una unidad didáctica basada en la enseñanza de los modelos y el modelaje científico, para nivel medio superior*. Tesis de Maestría, UNAM, Facultad de Química, México.
- Oñorbe De Torre, A., & Sánchez Jiménez, J. (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de Física y Química. *Enseñanza de las Ciencias: investigación y experiencias didácticas*, 14(2), 165-170.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (2009). *Aprender y enseñar ciencia* (6a ed.). Madrid, España: Morata.
- Sánchez Blanco, G., & Valcárcel Pérez, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 33-44





- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En F. Perales, & P. Canal de León (Edits.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (1a ed., págs. 239-266). España: Alcoy.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.

