



ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA “DE LO CONCRETO A LO ABSTRACTO” PARA EL APRENDIZAJE DE LAS PROPIEDADES PERIÓDICAS CON BASE EN LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS

José Manuel López Zepeda

Estudiante MADEMS-UNAM

jomaloze@gmail.com

Flor de María Reyes Cárdenas

Facultad de Química, UNAM

fmreyes@quimica.unam.mx

Área temática: A.6) Educación en campos disciplinares

Línea temática: 2.0) Educación en Ciencias Naturales

Tipo de ponencia: Intervención educativa sustentadas en investigación



Resumen

El aprendizaje de las propiedades periódicas es un reto para los docentes y estudiantes ya que al mismo tiempo que se encuentra información organizada en la tabla periódica, la periodicidad no se cumple para todos los casos y/o propiedades. Adicionalmente hay propiedades macroscópicas y otras que aluden a las partículas y subpartículas de los átomos, por lo que adicionalmente se requiere el nivel microscópico de representación para comprenderlas. La tabla periódica, la periodicidad de propiedades y las subpartículas son modelos explicativos científicos.

Considerando lo anterior, se planteó el diseño y ejecución de la secuencia didáctica con base en el aprendizaje en modelos: “De lo concreto a lo abstracto” que tiene como eje principal las propiedades periódicas e integra como ejes secundarios la tabla periódica y los modelos atómicos.

Por una parte la integración de estos tres ejes (tabla periódica, propiedades periódicas y las partículas y subpartículas de los átomos) le proporcionan herramientas al estudiante para comprender los modelos de periodicidad; y por su parte, el trabajo en modelos permite que el estudiante: a) identifique los modelos científicos, b) comprenda el modelo escolar de arriba y c) desarrolle sus propios modelos explicativos.

Este trabajo se implementó con estudiantes a nivel bachillerato y en este documento se presentan algunos resultados.

Palabras clave: aprendizaje basado en modelos, propiedades periódicas, secuencia didáctica, enseñanza de la química.

Introducción

El diseñar modelos es indispensable para que los estudiantes generen y desarrollen argumentos en lo que utilizan sus ideas relacionadas con conceptos químicos involucrados (Reyes *et al.* 2021). En el aprendizaje de la química, el uso de modelos ayuda a comprender fenómenos, y datos e información asociada, ya que para elaborar un modelo se eligen características y/o componentes que se desean para permitir la comprensión y el análisis de los mismos de forma sintética, lo que permite enfocar el estudio del fenómeno.

Salame *et al.* (2012) en un estudio sobre las ideas previas, a través de un análisis sustentado en la evidencia de los estudiantes, identifican una brecha en el conocimiento y la aplicación de conocimientos químicos derivados de la tabla periódica. Salame y colaboradores explican que los estudiantes “*a menudo pasan por alto los detalles más finos de la periodicidad de los elementos agrupados en tratar de predecir la reactividad*”. Otra contribución relevante es que Salame y col. indican que una vez que los estudiantes se apropien de concepciones alternativas de la química llegará a ser difícil modificar su pensamiento.

Las propiedades periódicas permiten predecir, para un elemento dado, su comportamiento de acuerdo con el apoyo de la localización en la tabla periódica. De acuerdo con Franco-Marsical *et al.* (2012), en la enseñanza-aprendizaje de la tabla periódica se debe atender de forma explícita a las siguientes dificultades que reportan en su investigación: a) en niveles de representación en la didáctica de la química, las cuales se relacionan con la construcción de modelos, b) en la representación organizativa, la cual es funcional para predecir y confirmar propiedades periódicas y c) en la representación macroscópica dónde la organización de la tabla periódica explica el comportamiento de las sustancias. Adicionalmente Franco-Mariscal *et al.* (2012) mencionan que entender las propiedades periódicas trae consigo asimilar coordinadamente varios conceptos como las propiedades en los elementos químicos y que, a su vez, estas tienen variantes entre cada uno de los elementos.

Al elaborar un material educativo se deben considerar varios aspectos, entre ellos el contenido disciplinar, y de acuerdo con Infante (2007) considerar que la enseñanza es un ejercicio que debe ser más allá de transmitir y recibir conocimientos. El estudiante debe ser motivado para hacerlo pensar, reflexionar y se espera que este resultado se evidencie en una buena calificación. Infante (2007) sugiere que para lograr esto, la enseñanza debe ser creativa e innovadora para el estudiante y para el docente.

Este trabajo de investigación tiene por objetivo: analizar los resultados de la implementación de la secuencia didáctica “De lo concreto a lo abstracto” para el aprendizaje de las propiedades periódicas con base en la construcción de modelos

Desarrollo

La tabla periódica es una herramienta icónica en la disciplina química y el análisis de la tabla periódica forma parte de una formación esencial en cualquier curso de Química (Larson et al. 2012). Por su parte la American Chemical Society (2023) expresa que *“la tabla periódica organiza todos los elementos químicos descubiertos en filas (periodos) y columnas (grupos o familias) de acuerdo con el número atómico de forma creciente”*.

Scerri (2010), un investigador que se ha centrado en el estudio de la tabla periódica argumenta que la tabla periódica se puede entender con respecto a las repeticiones aproximadas (periodicidades) en una forma creciente del número atómico de los elementos.

Ahora que se han planteado los contenidos centrales es relevante hablar de la aproximación didáctica, por lo que en los siguientes párrafos se presenta el trabajo con modelos en la enseñanza y aprendizaje de las propiedades y la tabla periódicas.

De acuerdo con Aduriz- Bravo (2013) los modelos son *“representaciones culturales construidas a partir de fenómenos reales y de postulados teóricos, que “median” entre la teoría y el mundo, y que tienen como propósito solucionar determinados problemas.”*

Por su parte, Díaz y colaboradores (2019) añaden que los modelos son clasificados de acuerdo con la funcionalidad, estructura y origen que éstos tengan. Los modelos sustituyen sistemas reales y son representaciones de éstos en donde sobresalen ideas principales. En química el uso de modelos resulta muy eficaz debido a que la comprensión de ciertos juicios (propiedades periódicas) pueden llegar a ser muy abstractos, lejanos e incluso totalmente complejos de entender,

Considerando al modelo como una representación de un fenómeno en estudio (García y Sanmartí, 2006) este puede ser utilizado por el estudiante; como por ejemplo las propiedades periódicas de los elementos químicos. En la educación basada en modelos es relevante distinguir tres diferentes tipos de modelos: a) modelo científico, b) modelo escolar de arriba y c) modelo del estudiante.

- a. Modelo científico. Los modelos científicos son usados en la ciencia como productos de investigaciones, marcos para investigaciones y herramientas para predecir según Schwartz y Douglas (2000).
- b. Modelo escolar de arriba. De acuerdo con Faustinos y Pineda (2014) el modelo escolar de arriba es un conjunto teórico, conceptual y metodológico en el ámbito didáctico de la ciencia, el cual permite tomar decisiones para diseñar, recolectar evidencias y sistematizar y evaluar una secuencia didáctica basada en modelos y modelización. De acuerdo con Schwartz son representaciones formadoras de enlaces entre la realidad y los modelos mentales para ayudar a los estudiantes a comprender ideas científicas.
- c. Modelo del Estudiante. Faustinos y Pineda (2014), el acompañamiento y una explicación clara por parte del docente son puntos fundamentales para garantizar la progresión de

los estudiantes con el aprendizaje ya adquirido. El docente se configura como moderador ayudando al estudiante a aclarar sus ideas sobre algún tema y con esto se espera que él sea capaz de proponer ideas viables con respecto al tema estudiado, esto es considerado por Huddle y col. (2000) parte fundamental del modelo del estudiante. (Schwartz *et. al.*, 2000) añade que son modelos mentales y las define como: “representaciones personales o individuales de la percepción visual, discurso o razonamiento”.

Metodología

Se elaboró una secuencia didáctica “*De lo concreto a lo abstracto*” que tiene por objetivo el identificar y conocer el concepto de modelos en la vida cotidiana y en la ciencia, enfocándose principalmente en el modelo de propiedades periódicas y de la tabla periódica.

La secuencia didáctica se implementó en la Escuela Nacional Preparatoria “Pedro de Alba”, plantel 9 en la Ciudad de México, en el quinto año de bachillerato con 48 estudiantes.

La secuencia didáctica consta de 5 sesiones en las que se enfoca en: 1) identificar el nivel de conocimiento que los estudiantes tienen sobre modelos, propiedades periódicas y tabla periódica (introducción al tema y al trabajo con modelos); 2) presentar, argumentar e identificar de las principales características del modelo de la tabla periódica; 3) abordar la revisión de las subpartículas y partículas (del modelo atómico) y su asociación con las propiedades periódicas de los elementos; 4) integrar un modelo para propiedades periódicas de los elementos al incorporar los conceptos analizados. Es relevante que se llevan a cabo evaluaciones diagnósticas, formativas y sumativas a lo largo de la secuencia didáctica con el fin de documentar el nivel de comprensión de los estudiantes. Cada sesión se asoció a la entrega de un producto de los estudiantes.

En este trabajo se presenta el análisis del segundo producto nombrado “Mi elemento” que fue completado por los estudiantes al final de la primera sesión de la intervención de “*De lo concreto a lo abstracto*”. Es un cuestionario que consta de dos preguntas: 1) ¿Qué información puedo obtener de diferentes representaciones modélicas de la Tabla Periódica? y 2) ¿Cómo puedo predecir el comportamiento de los elementos químicos de acuerdo con las siguientes propiedades de los elementos: a) número de oxidación, b) masa atómica, c) número atómico?

Para el análisis se elaboraron y utilizaron rúbricas que permiten evaluar los niveles de desempeño de los estudiantes a lo largo de la secuencia didáctica.

Resultados y análisis

Las rúbricas construidas para los instrumentos de evaluación de la secuencia didáctica “*De lo concreto a lo abstracto*” están organizadas de forma conceptual con respecto al eje disciplinar

y al eje de modelo. Para ello se localizaron diferentes ideas, palabras o dibujos de los estudiantes y se generaron categorías y subcategorías que permiten que sea funcional y a su vez faciliten la lectura e interpretación de los productos de cada estudiante. En la tabla 1 se presentan los ejes de la rúbrica con su categoría y subcategorías correspondientes.

Tabla 1: Ejes conceptual y en modelos

1) EJE CONCEPTUAL
El estudiante relaciona palabras propias de las disciplinas con algún concepto.
1.1) Propiedades: el estudiante menciona la palabra propiedades en su definición.
1.1.1) Propiedades atómicas: el estudiante enlista propiedades atómicas como: número y masa atómica y configuración electrónica de los elementos químicos de la tabla periódica.
1.1.2) Propiedades Químicas: el estudiante enuncia algo sobre reactividad, toxicidad y oxidación de los elementos químicos de la tabla periódica.
1.1.3) Propiedades Físicas: el estudiante enuncia algo sobre el estado de agregación de los elementos químicos de la tabla periódica.
1.2) Organización y Ubicación: el estudiante enuncia algo sobre orden, patrones y organización de los elementos químicos de la tabla periódica.
2) EJE EN MODELOS
El estudiante enuncia la palabra modelos o representación en diferentes respuestas.
2.1) Modelos y/o Representación: el estudiante enuncia la palabra modelo y/o representación.
2.2) Modelos atómicos: el estudiante enuncia modelos atómicos en su respuesta.
2.3) Modelos históricos: el estudiante menciona alguna relación con la historia en su respuesta.

A continuación, se presentan comparaciones de respuestas entre dos estudiantes elegidos al azar del entregable “Mi elemento”.

1.- El estudiante con clave E11 respondió lo siguiente:

Pregunta 1: ¿Qué información me dicen las diferentes representaciones modélicas de mi Tabla Periódica?

“Nombre, número atómico, masa atómica, valencia, si es metal, no metal o metaloide, su clasificación según sus propiedades, número de oxidación, niveles electrónicos y estado de agregación.”

De acuerdo con la respuesta emitida se analiza que el estudiante relaciona los niveles de representación con propiedades tanto físicas como químicas ya que enuncia los estados de agregación, número de oxidación y propiedades atómicas como el número y la masa atómica.

Algunos otros estudiantes como por ejemplo E19 relaciona dichos conceptos con el modelo histórico como se presenta a continuación:

“Los elementos en el modelo histórico conforme los elementos hallados se iban representando.”

A continuación, se presenta la pregunta 2 con la misma comparación entre ambos estudiantes E11 y E19.

Pregunta 2: De acuerdo con las propiedades: a) número de oxidación, b) masa atómica, c) número atómico, ¿cómo puedo predecir el comportamiento de los elementos químicos?

“Los elementos siguen un patrón que nos permiten el poder deducir algunas propiedades de otros.”

“Según o conforme estén acomodados y qué reacción tenga cada uno.”

Como se puede observar ambos estudiantes relacionan las propiedades enlistadas en la pregunta con un posible orden en el acomodamiento en la tabla periódica. El primer estudiante enuncia la palabra patrón por lo que se puede deducir que está interpretando el comportamiento de los elementos de acuerdo con la ubicación en la tabla periódica. El segundo estudiante, E19, sí explicita las palabras acomodo y reactividad por lo que se puede interpretar que hace una relación entre propiedades químicas y su ordenamiento en tabla periódica. Sin embargo, algunos otros estudiantes hacen mención de una “funcionalidad” de los elementos, lo cual hace pensar en que su Tabla Periódica que usaban durante el cuestionario contenía más información de la esperada, probablemente, usos y beneficios de los elementos químicos.

De acuerdo con la Gráfica 1 los estudiantes enuncian con un 35% la palabra propiedades dentro de las respuestas del cuestionario “Mi elemento” esto pudiera deberse a varias hipótesis como: a) la formulación propia de la pregunta por parte del docente y b) la utilización de su tabla periódica al momento de responder. Si bien la última barra se muestra más amplia que las demás, la segunda barra que representa a las propiedades químicas se muestra de igual manera amplia. Se deduce que los estudiantes contaban con información previa ya sea de la sesión donde se implementó este cuestionario o de cursos de química previos (secundaria) para poder responder con conceptos de propiedades químicas como: reactividad, toxicidad y oxidación.

La Gráfica 2 evidencia un 52% de respuestas enunciando la palabra modelos y/o representaciones. Esto pudo deberse a que en la sesión 1 de la intervención se introdujo a los estudiantes a los diferentes niveles de representación utilizando el triángulo de Johnstone. Además, se evidencia la presencia del modelo escolar de arriba debido a que se introdujeron conceptos de la química como: 1) la tabla periódica y 2) las propiedades periódicas. También se sustenta el concepto del modelo del estudiante ya que de acuerdo con Faustinos y Pineda (2014), el estudiante posee conocimiento conceptual y lo traduce explícitamente en ideas viables con respecto al tema, razonando e integrando el eje conceptual y el eje en modelos. Con un porcentaje menor del 31% está el rubro de modelos atómicos, por lo que se puede deducir que los estudiantes relacionan

el concepto de partículas y subpartículas con ideas previas probablemente adquiridas en secundaria y relacionándolas con el discurso dinámico entre el docente y el estudiante.

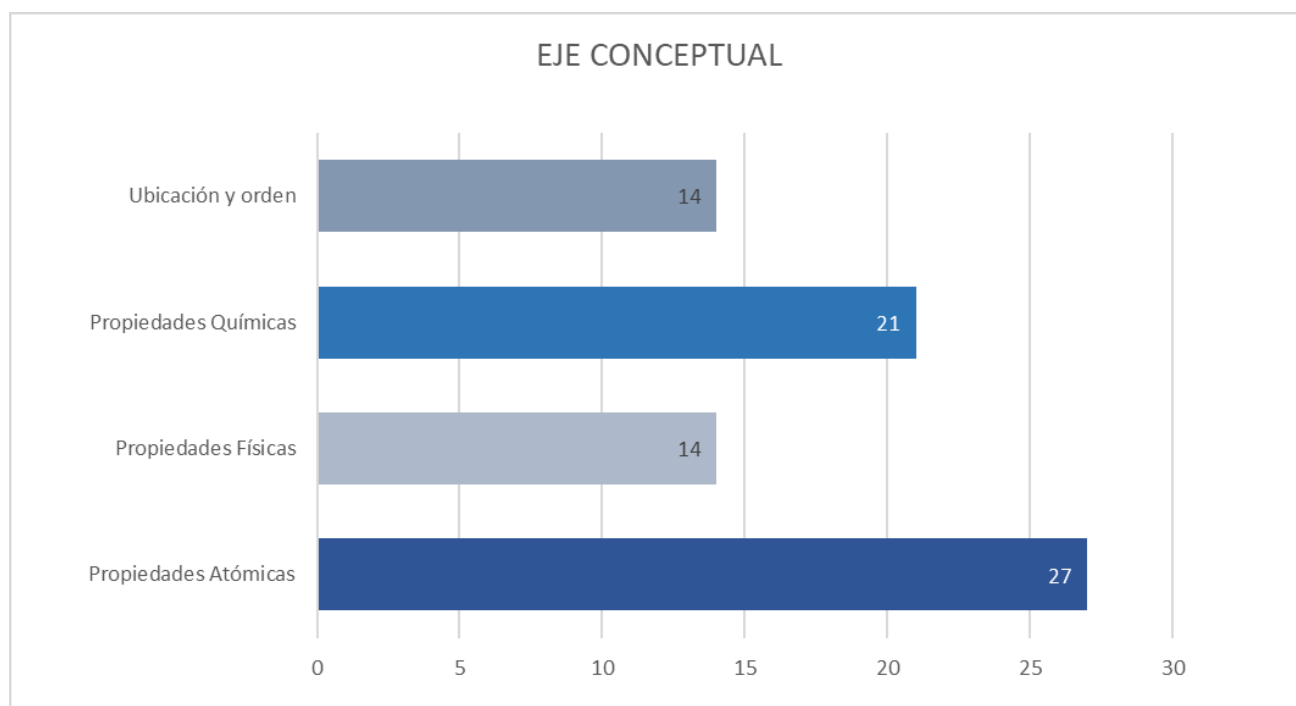
Conclusiones

La propuesta desarrollada propició en los estudiantes una integración conceptual y en modelos para explicar fenómenos químicos. Se confirmó que en el uso de modelos los estudiantes plasmaron y construyeron su propio modelo mental, por tal motivo el uso de modelos es factible para un proceso de enseñanza - aprendizaje en temas tan abstractos como los abordados en la química.

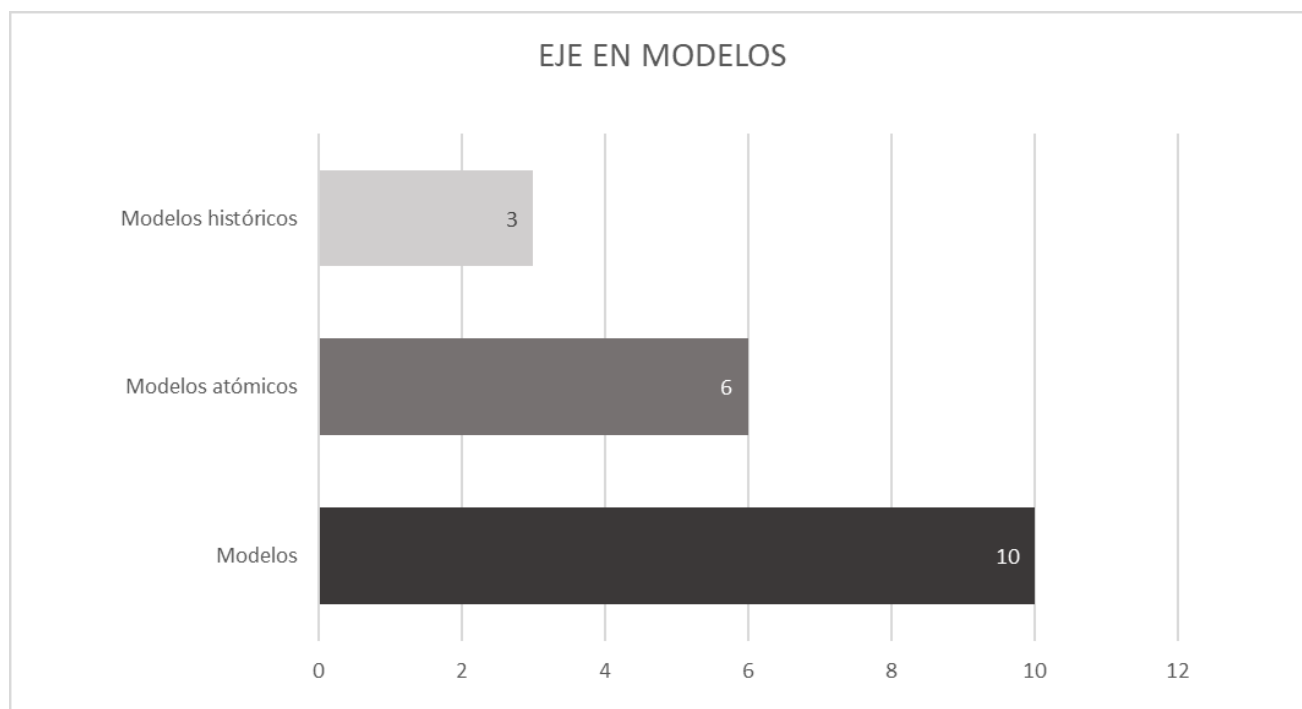
Resulta importante distinguir los diferentes tipos de modelos al momento de realizar una intervención dentro del aula ya que esto puede servir al docente en analizar cómo abordar ciertos temas de la disciplina de una forma más asequible a sus estudiantes y que ellos construyan un modelo propio.

Tablas y figuras

Gráfica 1: Contraste de cantidad de respuestas de acuerdo al eje conceptual



Gráfica 2: Contraste de cantidad de respuestas de acuerdo al eje en modelos



Referencias

- American Chemical Society. (30 mayo 2023). Periodic Table of Chemical Elements. <https://www.acs.org/education/whatischemistry/periodictable.html>
- Aduriz-Bravo, A. (2013). Características epistemológicas clave de los modelos científicos relevantes para la didáctica de las ciencias. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. 22-26
- Díaz, C., Garay, F., Acosta, J. y Aduriz-Bravo, A. (2019). Los modelos y la modelización científica y sus aportes a la enseñanza de la periodicidad química en la formación inicial del profesorado. *Didacticae*. (5). 7-25.
- Faustinos, M. y Pineda D. (2014) Jerarquizar el Modelo Científico Escolar de Arribo sobre el origen de los terremotos: una herramienta para el Desarrollo Curricular. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. 909- 916
- Franco-Mariscal, J., Oliva-Martínez, J. y Bernal-Márquez, S. (2012). Una revisión bibliográfica sobre el papel de los juegos didácticos en el estudio de los elementos químicos. Segunda parte: los juegos al servicio de la comprensión y uso de la tabla periódica. *Educación Química*. 23 (4). 474-481.

- Huddle, A.P., White, M.D. and Rogers, F., (2001). Using a teaching model to correct known misconceptions in electrochemistry, *Journal of Chemical Education*, 77(1), 104-110, 2000. Johnson-Laird, P. N., Mental models and deduction, *Trends in Cognitive Sciences*, 5(10). 434-442.
- Infante, G. (2007). Enseñar y aprender: un proceso fundamentalmente dialógico de transformación. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 3 (2).29 - 40
- Larson, K., Long, G., y Briggs, M. (2012). Periodic Properties and Inquiry: Student Mental Models Observed during a Periodic Table Puzzle Activity. *Journal of Chemical Education*, 89(12). 1491-1498.
- Reyes-Cárdenas, F., Ruiz-Herrera, B., Llano, M., Lechuga, P. y Mena, M. (2021). El aprendizaje de la reacción química: el uso de modelos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*. 39(2) . 103-122.
- Salame, I., Sarowar, S., Begum, S., y Krauss, D. (2011). Students' alternative conceptions about atomic properties and the periodic table. *The Chemical Educator*. (16). 190-194.
- Sanmartí, N., Izquierdo, M., (1997). Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación En La Escuela*. (32). 51-62.
- Scerri, E. (2010). Explaining the periodic table, and the role of chemical triads. *Foundations of Chemistry*. 12(1).69-83.
- Schwartz, D., Douglas, H. (2000). Tool Use and the Effect of Action on the Imagination. *Journal of Experimental Psychology*. 26 (6). 1655-1665