

DISEÑO DE UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA PARA INTRODUCIR EL CONCEPTO DE ELEMENTO QUÍMICO EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Dulce María López-Valentín

Facultad de Trabajo Social y Desarrollo Humano, Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Carles Furió-Más

Universitat de València, España

RESUMEN: Este estudio propone la implementación de una secuencia didáctica basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada para la enseñanza del concepto de elemento químico en la educación secundaria. Para su elaboración se ha partido del análisis histórico y de las concepciones alternativas más frecuentes de los estudiantes respecto a este concepto.

PALABRAS CLAVE: Secuencias de enseñanza, diseño, elemento químico, educación secundaria, modelo de investigación orientada.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo consiste en presentar el diseño y desarrollo de una secuencia didáctica sobre el concepto de elemento químico para estudiantes de Educación Secundaria aplicando el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada.

MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

El concepto de elemento químico (CEQ) es considerado como un prerequisite importante para el estudio de la Química, imprescindible para poder entender la idea daltoniana del cambio químico, y en consecuencia, para comprender otros conceptos subsecuentes y mucho más complejos, como pueden ser: las reacciones químicas, la cantidad de sustancia y todos los problemas estequiométricos que se deriven de él. A pesar de su importancia, se ha reportado en la literatura la existencia de dificultades en la enseñanza-aprendizaje de este concepto (Laugier y Dumon, 2003; Furió y Domínguez, 2007; López-Valentín, 2008).

Para diseñar la estructura de la secuencia didáctica se consideraron los siguientes aspectos:

- Las dificultades que presentan los estudiantes respecto a la comprensión del CEQ.

-
- El análisis histórico del CEQ, específicamente su evolución en los diferentes modelos históricos hasta los actuales.
 - La utilización del modelo de aprendizaje como investigación orientada para secuenciar las actividades propuestas.

Tomando en cuenta los puntos anteriores, elaboramos una secuencia de enseñanza destinada a superar las dificultades de aprendizaje detectadas por la investigación respecto al CEQ. Concretamente este trabajo pretende contestar la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede diseñar una secuencia didáctica que tenga en cuenta los aspectos indicados para mejorar el aprendizaje del CEQ en estudiantes de Secundaria?

Para responder a esta pregunta empezaremos por revisar cada uno de los aspectos anteriormente mencionados:

Dificultades que presentan los estudiantes respecto a la comprensión del CEQ

A partir de la década de los 80 del pasado siglo se registraron en la literatura algunas de las dificultades que presentan los estudiantes respecto a la comprensión del CEQ (Caamaño et al., 1983; Holding, 1985; Llorens, 1991; Pozo et al., 1991; Solsona e Izquierdo, 1998; Laugier y Dumon, 2003 y López-Valentín, 2008). Varias de estas dificultades están asociadas a otros conceptos relacionados con el CEQ, como son: sustancia, sustancia simple y mezcla. A continuación presentamos algunos de estos obstáculos conceptuales y epistemológicos:

Los estudiantes:

- a) No entienden el concepto macroscópico de sustancia y lo confunden con el concepto de «material» (mezcla de sustancias).* En general, no utilizan la definición macroscópica de sustancia como «material puro, no mezclado, que posee un conjunto de propiedades características y constantes» (Furió et al., 2012). Los estudiantes asocian el significado de sustancia con el de material o producto mezclado (Domínguez y Furió, 2001; Domínguez 2004).
- b) No comprenden el concepto de elemento químico.* En general, no saben definirlo, pero cuando lo hacen, tienden a superponer las definiciones correspondientes a los diferentes modelos históricos que lo explican (López-Valentín, 2008).
- c) Presentan confusión entre los conceptos de sustancia pura y elemento químico.* Esta dificultad se presenta fácilmente ya que, para ellos, solo existen dos tipos de sistemas materiales: «mezclados y no mezclados». En los primeros se encuentran las sustancias compuestas y las mezclas y, en los segundos, están las sustancias puras; que para ellos serán las sustancias simples o los elementos químicos (Domínguez, 2004; Furió y Domínguez, 2007).
- d) No saben distinguir entre los conceptos de mezcla y compuesto en los dos niveles de representación.* Esta diferenciación se ve dificultada porque los estudiantes creen que en el compuesto ya existen las sustancias simples que lo forman. Ellos suponen que si dos sustancias simples se combinan formando un compuesto, son éstas las que se conservan como tales en el compuesto. Y, en consecuencia, piensan que si un compuesto se descompone originará las sustancias simples que contenía.
- e) No utilizan el criterio de conservación de elementos de las sustancias reaccionantes para predecir las posibles sustancias producto de una reacción química.* Al no introducir explícitamente la definición macroscópica del cambio químico como transformación que da lugar a nuevas sustancias, que no pueden ser cualesquiera, sino que han de estar relacionadas con las iniciales mediante la conservación de los elementos que forman aquellas sustancias reaccionantes (López-Valentín, 2008).

Modelos históricos del elemento químico

A modo de síntesis se recogen las principales características de cada uno de los modelos históricos que han tratado de definir este concepto estructurante (López-Valentín, 2008):

I. Modelo aristotélico-escolástico

- Una de las cuatro formas (tierra, agua, aire y fuego) y tres principios (mercurio, azufre y sal) que imprimen determinadas cualidades a la materia prima.
- A cada elemento se le asocia una propiedad o dos en particular. Por ello, el énfasis en una nueva propiedad obliga a la introducción de nuevos «principios» o elementos.

II. Química de los materiales de los siglos XVIII y XIX

- Es definido como unas pocas sustancias simples que no se descomponen.

III. Modelo atómico clásico

- Se define como conjunto de átomos iguales en masa.
- Los átomos de un mismo elemento se caracterizan por poseer propiedades extensivas como masa y volumen específicos.

IV. Modelo mecánico-cuántico

- Sistema material formado por un conjunto de átomos y/o iones elementales que tienen la misma carga nuclear (mismo número atómico).

La utilización del modelo de aprendizaje como investigación orientada para secuenciar las actividades propuestas

De acuerdo con Méheut (2004), una secuencia didáctica o de enseñanza-aprendizaje se entiende como el diseño de una serie de actividades orientadas al aprendizaje de un tópico específico. Esta secuencia tiene un carácter dual, pues involucra actividades de investigación y el desarrollo de objetivos relacionados directamente con la enseñanza y el aprendizaje de un tema particular. Este tipo de secuencias están vinculadas con la investigación-acción, se utilizan herramientas de investigación y de innovación, y se incluyen dentro de la llamada «investigación de desarrollo» («*developmental research*»).

Teniendo en cuenta lo que significa una secuencia didáctica, decidimos optar por una propuesta de orientación socioconstructivista como es el *modelo de enseñanza-aprendizaje como actividad de investigación orientada* (Guisasola et al., 2008; Furió-Mas y Furió-Gómez, 2009). Este modelo se basa en el tratamiento específico de situaciones problemáticas abiertas, fomentando que los alumnos discutan en pequeños grupos sobre actividades bajo la supervisión del profesor, se familiaricen con los procedimientos científicos, argumenten soluciones y puedan desarrollar sus habilidades cognitivas, metacognitivas y sociales.

RESULTADOS

En este modelo de aprendizaje la secuencia de enseñanza se desarrolla a través de un *Programa de actividades* cuya elaboración requirió de una estructura problematizada en forma de cuestiones que orientan

el diseño de las actividades. Dentro de las cuales se enfatizarán las estrategias didácticas mencionadas anteriormente.

A continuación se selecciona el contenido en forma de índice del tema que se va a enseñar titulado «La diversidad y unidad de estructura de los materiales» (López-Valentín, 2008):


1. Introducción al problema que se quiere resolver.
2. ¿Son mezclas todos los materiales? Concepto macroscópico de sustancia.
3. ¿Cómo separar los componentes de una mezcla?
4. Sustancias simples y sustancias compuestas.
5. ¿En qué se diferencia una mezcla de un compuesto en el nivel macroscópico?
6. Explicando la diversidad de materiales: la idea de elemento químico como concepto estructurante del modelo atómico.
7. Diferencia y relación entre sustancia simple y elemento químico.
8. Un Universo formado por unos pocos elementos.

A título de ejemplo, en la *Tabla 1* se muestra una selección de actividades propuestas para esta secuencia didáctica. En total el programa a desarrollar contiene 22 actividades.

Para la implementación en el aula se pretende que las actividades del programa se lleven a cabo en pequeños grupos de 3 ó 4 estudiantes durante 8 sesiones de una hora de clase.

Tabla 1.

Secuencia didáctica: «La diversidad y unidad de estructura de los materiales» (López-Valentín, 2008)

Ejemplos de actividades sugeridas en la secuencia didáctica	Ideas, procedimientos y actitudes hacia la ciencia	Explicaciones científicas que deben ser aprendidas	Estrategias utilizadas
A.1. ¿Qué cuestiones principales nos podemos plantear en este tema y qué intereses pueden tener estas propuestas de estudio?	Plantear el interés e importancia del estudio de los materiales que nos rodean teniendo las relaciones CTSA Establecer los contenidos del tema (índice) a tratar con la ayuda del profesor	Plantearse la búsqueda de la explicación de la diversidad de los materiales y cómo pueden transformarse para cubrir las necesidades personales y sociales	Dimensión axiológica del aprendizaje mediante un enfoque CTSA
A.18. Los siguientes dibujos representan gases y los diferentes átomos de sus partículas. Señala qué tipo de material (mezcla de sustancias, sustancia compuesta o sustancia simple) hay en cada uno de los gases de las casillas siguientes: 	Elaborar un modelo submicroscópico para distinguir entre mezclas, sustancias simples y sustancias compuestas	Modelo atómico de la materia (mezclas y sustancias) e introducción del concepto de elemento químico para explicar su composición y diversidad	Actividad con énfasis en contenido conceptual
Ejemplos de actividades sugeridas en la secuencia didáctica	Ideas, procedimientos y actitudes hacia la ciencia	Explicaciones científicas que deben ser aprendidas	Estrategias utilizadas
A.19. El hierro que está presente en la hemoglobina de la sangre, ¿es el mismo que se encuentra en un clavo?	Poner en cuestión la idea: «el elemento es la sustancia simple» Mostrar que un elemento puede formar varias sustancias simples y compuestas	Distinguir y relacionar elemento químico y sustancia simple	Analizar cualitativamente las situaciones problemáticas Actividad con énfasis en contenido conceptual

CONCLUSIONES

Se ha presentado cómo diseñar una secuencia de enseñanza con el objetivo de introducir el CEQ para explicar la diversidad de materiales existentes a estudiantes de Secundaria (14 a 16 años) que se inician en el estudio de la Química. Esta secuencia se materializa en la elaboración de un Programa de Actividades en el que se han considerado las aportaciones de la historia de la ciencia y sus implicaciones didácticas, así como los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias sobre dificultades de los estudiantes y estrategias de enseñanza.

Esta secuencia didáctica se aplicará próximamente en estudiantes de 3º de la ESO del sistema español y en estudiantes de bachillerato del sistema mexicano. Se planificará la evaluación de su eficacia en el aprendizaje del CEQ esperando lograr resultados positivos en la aplicación del programa de actividades reseñado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caamaño, A., Mayós, C., Mestre, G. y Ventura, T. (1983). Consideraciones sobre algunos errores conceptuales en el aprendizaje de la química en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), pp. 198-200.
- Domínguez, C. y Furió, C. (2001). Knowing the history of science to understand students difficulties with the concept of chemical substance. In D. Psillos *et al.* (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society*, Vol. I, (pp. 365-367). Thessanoliiki: ESERA-University of Thessanoliiki.
- Domínguez, S. C. (2004). *Dificultats en la comprensió dels conceptes de substància química, substància simple i compost. Proposta de millora basada en estratègies d'ensenyament-aprenentatge per investigació orientada*. (Tesis doctoral inédita). Universitat de València, España.
- Furió, C. y Domínguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), pp. 241-258.
- Furió-Más, C., Domínguez-Sales, M. C. y Guisasaola, G. (2012). Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), pp. 113-128.
- Furió-Más, C. y Furió-Gómez, C. (2009). ¿Cómo diseñar una secuencia de enseñanza de ciencias con una orientación socioconstructivista? *Educación Química*, Junio, pp. 246-251.
- Guisasaola, J., Furió, C. y Ceberio, M. (2008). Science Education Based on Developing Guided Research. In Thomas, M. V. (Ed.), *Science Education in Focus* (pp. 173-202), New York: Nova Publishers, Inc.
- Holding, B. (1985). *Aspects of secondary students' understanding of elementary ideas in chemistry: Summary report*. Children's Learning in Science Project. Centre for Studies in Science and Mathematics Education: The University of Leeds.
- Laugier, A. y Dumon, A. (2003). Obstacles épistémologiques et didactiques à la construction du concept d'élément chimique : quelles convergences? *Didaskalia*, 22, pp. 69-97.
- Llorens, J. A. (1991). *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.
- López-Valentín, D. M. (2008). *La enseñanza y el aprendizaje del concepto de elemento químico en la educación secundaria y el bachillerato. Análisis crítico y propuesta de mejora*. (Tesis doctoral inédita). Universitat de València, España.
- Méheut, M. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), pp. 515-535.
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A., Limón, M. y Sanz Serrano, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: C.I.D.E.
- Solsona, N. e Izquierdo, M. (1998). La conservación del elemento, una idea inexistente en el alumnado de secundaria. *Alambique*, 17, pp. 76-84.