

LA SUPERPOSICIÓN DE MODELOS HISTÓRICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: PRESENTACIÓN DEL CONCEPTO DE ELEMENTO QUÍMICO

LÓPEZ VALENTÍN¹, DULCE M^a y FURIÓ MÁS², CARLES

¹ Escuela Nacional Preparatoria, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

² Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials. Universitat de València.

Palabras clave: Superposición; Modelos; Elemento químico; Enseñanza.

OBJETIVOS Y MARCO TEÓRICO

Entre los profesores de Secundaria es bien conocida la confusión que suele existir en los estudiantes acerca de las nociones de compuesto químico y mezcla de sustancias simples. Se ha aventurado que el origen de estos obstáculos está en la polisemia con que algunos términos como sustancia o elemento son utilizados atendiendo al contexto (Llorens, 1991). De ahí que el profesor deba cuidar *in extremis* sus mensajes con el fin de evitar aquello que pueda distorsionar los significados precisos que se asignan a conceptos científicos como el de elemento químico e incidir negativamente en su aprendizaje. Para ello se ha de tener en cuenta el carácter evolutivo de estos conceptos y aceptar que su significado es dependiente del contexto de investigación en el que se construye y utiliza (Azcona y Furió, 1993).

Así pues, el conocimiento de la Historia y la Filosofía de la Ciencia (en este caso, de la Química) ha de ser considerado un elemento importante en una primera competencia de la formación del profesorado a adquirir como es el conocimiento de la materia que se ha de enseñar (Gil-Pérez, *et al.*, 1991). Desconocer la Historia y Filosofía de la Ciencia puede conducir fácilmente a errores epistemológicos en la enseñanza como es, por ejemplo, la superposición de los niveles macroscópico y microscópico de representación de estos fenómenos indicada por Gabel (1998) e inducir a confusiones en el alumnado. Cabe recordar que el objeto de reflexión de la epistemología es el análisis del desarrollo del conocimiento científico, y especialmente de cómo se han construido las teorías, paradigmas, programas de investigación o modelos científicos, con el intento de explicar su lógica interna y las condiciones externas que han incidido en estas construcciones.

En general, se acepta que estos modelos son las herramientas del pensamiento científico y no hay que olvidar que son idealizaciones simplificadas conscientemente por los científicos para explicar el mundo externo. Modelos que evolucionan y han de ser readjustados para ir interpretando nuevas evidencias empíricas. Por otra parte, el conocer un modelo científico implica saber el significado de los conceptos introducidos para resolver los problemas y que, por tanto, han de ser coherentes con dicho modelo. En caso de que se mezclen o superpongan dos modelos seguramente aparecerán incoherencias en los conceptos manejados dentro del modelo híbrido como se ha visto en el caso de la enseñanza del átomo (Justi y Gilbert, 2000).

En este trabajo se trata de mostrar cómo, al no tener en cuenta las relaciones entre el modelo macroscópico empírista utilizado por filósofos mecánicos como Boyle (S. XVII) y por químicos como Lavoisier (S. XVIII) para interpretar las sustancias y los cambios químicos y el modelo atomista clásico presentado por

Dalton y modificado por Avogadro (XIX), se pueden crear confusiones en la enseñanza actual del concepto de elemento químico. Es decir, nuestro problema consistirá en responder a la siguiente interrogante:

¿En qué medida la enseñanza (libros de texto y profesores) de Bachillerato y primeros cursos universitarios presenta una imagen de la Química donde se yuxtaponen los dos principales modelos teóricos (macro y micro) manejados por los químicos desde el siglo XVII al XIX y qué implicaciones tiene al introducir el concepto de elemento químico?

Para responder a esta pregunta general será necesario encontrar respuesta a las siguientes: ¿Qué significado atribuyen el profesorado y los libros de texto a la idea de “elemento químico”? ¿Se diferencia en el modelo atomista clásico entre sustancia simple y elemento químico?

¿La enseñanza de la Química presenta explícitamente alguna reconceptualización de elemento químico cuando se pasa, por ejemplo, de un contexto macroscópico al contexto microscópico clásico?

DESARROLLO DEL TEMA E HIPÓTESIS

Se ha supuesto que la enseñanza de la Química presentará visiones deformadas de la ciencia al introducir la o las definiciones de elemento químico sin tener en cuenta la evolución histórica de los modelos históricos en los que se fueron ideando. En particular, las distintas conceptualizaciones de elemento se introducirán en un único modelo teórico donde irán apareciendo, sin discontinuidades, la definición operacional de sustancia simple propia del modelo empírista de los siglos XVII y XVIII, la definición ontológica de elemento químico introducida en el mundo atomista clásico del siglo XIX y la dada en el modelo cuántico del átomo del siglo XX.

Se desconoce que en Química, al igual que en cualquier ciencia, se presentan *modelos teóricos* que tratan de interpretar la realidad. En nuestro caso, se presume que la enseñanza presentará un único modelo mixto (teoría atómico-molecular de la materia) en el que se superponen los tres modelos históricos citados (el macroscópico empírista de los siglos XVI al XVIII, el microscópico atomista clásico del siglo XIX y el microscópico cuántico de la Química actual) que originaron y han desarrollado la Química como ciencia moderna. La falta de diferenciación entre el mundo externo real y el de la ciencia pública propia de una visión empírista de las construcciones científicas unida a la existencia de una visión acumulativa, de crecimiento lineal, en la construcción de teorías científicas en el profesorado de Química, justifican la unificación de contextos teóricos en los que se introducirán una o varias definiciones de elemento químico.

Esta superposición de contextos teóricos es de suponer que origina problemas conceptuales y epistemológicos en la enseñanza sobre cuál o cuáles son los significados que se atribuyen a la idea de elemento químico. En el mejor de los casos, se supone que se irán introduciendo en la enseñanza de la Química definiciones de elemento químico según sea el tópico estudiado y la secuencia de estos contenidos, muy posiblemente, coincidirá con la cronología en la construcción histórica de los tres modelos. Es decir: *i*) en los primeros niveles de introducción a la Química se supone que se presentará la *definición operacional de elemento considerándolo una sustancia simple* (las últimas sustancias obtenidas en el análisis químico) siguiendo el modelo empírista de finales del siglo XVIII; *ii*) en segundo lugar, se incluirá la *definición ontológica de elemento como conjunto de átomos de la misma clase*, esto es, con la misma masa, sin poner demasiado énfasis en que se trata de un concepto inventado en el modelo daltoniano para explicar cómo están constituidas todas las sustancias (elementales y compuestas) y cómo se transforman; *iii*) finalmente, en el último nivel del Bachillerato y primeros de la Universidad, se presentará cuando se explique el Sistema Periódico de los Elementos, la *última definición de elemento asociada al número atómico como nueva magnitud fundamental del modelo cuántico del átomo* que explica y predice, una vez conocidas las estructuras electrónicas de los átomos, su comportamiento químico. Esto es, se irán introduciendo las diferentes concepciones de elemento químico sin advertir al lector de que cada definición se corresponde coherentemente con un modelo y si se yuxtaponen se presentarán dificultades.

Una de las principales dificultades epistemológicas que se presentarán en la enseñanza de los primeros niveles se derivará de la superposición de las dos primeras definiciones (i) y (ii). Es decir, se explica así que el estudiante identifique fácilmente *la definición empírica de compuesto* (es decir, como una única sustancia con propiedades características diferentes a las de las sustancias simples con las que se sintetizó) *con la definición ontológica de “compuesto formado por dos elementos”* del marco daltoniano induciendo erróneamente que *el compuesto es una mezcla de dos sustancias simples*. Y, sobre todo, si además como ocurre habitualmente la enseñanza no introduce el concepto operacional de sustancia como opuesto al de mezcla (de sustancias) en el respectivo marco empírista.

Por otra parte, la existencia de visiones socialmente descontextualizada y aproblemativa de la Química puede explicar que, en su enseñanza, no se introduzcan aspectos axiológicos donde se motive a los estudiantes sobre la necesidad de introducir el concepto estructurante de elemento químico para explicar la diversidad en la composición de los materiales sustanciales ordinarios.

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

Un diseño experimental ha sido elaborado utilizando metodologías cualitativas y cuantitativas con la finalidad de constatar si existen visiones deformadas de la ciencia en los libros de texto de Química (Bachillerato y Universidad) y en los profesores de Química. Dos instrumentos serán utilizados. El primero, consiste en una red de análisis de 10 preguntas que se aplicará a una muestra significativa de libros de texto con la finalidad de ver cómo se introduce la idea de elemento químico. El segundo instrumento, es un cuestionario que será aplicado a profesores en activo. Estos dos instrumentos forman parte del diseño convergente elaborado para poner a prueba la hipótesis de la superposición de modelos en lo que respecta al concepto citado. Los resultados y conclusiones serán expuestos en el Congreso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZCONA, R. Y FURIÓ, C. (1993) Contribución de la historia y la filosofía de la Ciencia a la comprensión de los conceptos cantidad de sustancia y mol. *Enseñanza de las Ciencias* (comunicación presentada al IV Congreso).
- GABEL, D. L. (1998) The Complexity of Chemistry and Implications for Teaching en B. J. FRASER & K. G. TOBIN (Eds.), *International Handbook of Science Education*, 1, 233-248. (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers).
- GIL, P. D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991) *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: HORSORI-ICE de la Universidad de Barcelona.
- JUSTI, R. & GILBERT, J.K. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of ‘the atom’. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 993-1009.
- LLORENS, J. A. (1991) *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.