

LOS MODELOS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

IZQUIERDO AYMERICH, M. (1) y MERINO RUBILAR, C. (2)

(1) . UAB merce.izquierdo@uab.cat

(2) Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales / UAB.

CristianGonzalo.Merino@uab.es

Resumen

‘Modelo’ es un término polisémico que debemos precisar debido a la importancia que tiene actualmente para la enseñanza de las ciencias. Apela al pensamiento abstracto y a su relación con lo que llamamos ‘realidad’. En la medida que se comprende que también los fenómenos y las evidencias dependen del marco teórico (de las preguntas con sentido que se pueden llegar a formular sobre ellos por quienes saben cómo intervenir en ellos y transformarlos) aparece la necesidad de establecer cuál puede ser el fundamento epistemológico de la ciencia que se hace en la escuela.

Presentamos nuevos desarrollos del MCQ que ha sido presentado en otras ocasiones y que estamos aplicando a la enseñanza de la química a maestros (en formación inicial y en formación permanente)

Nuestro concepto de ‘modelo’ se inserta en esta perspectiva de fundamentación epistemológica de una ‘química para todos’. (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005). Se sustenta en un análisis de las ideas de los alumnos sobre química, que reinterpretamos, y en una revisión de los libros y proyectos para la enseñanza de la química, que nos permite identificar los ‘huecos’ que correlacionan con las dificultades específicas de las personas al hablar de química de los fenómenos’ y no ‘las peripecias de los átomos’.

Las Preguntas de la investigación se derivan de un cambio de énfasis: no se pretende explicar el cambio químico (para lo cual es necesario ‘ver un mundo’ formado por una determinado tipo de materiales, las sustancias hechas de unos determinados átomos con las propiedades adecuadas para que pase lo que queremos explicar) sino dar a conocer determinadas situaciones que susciten las preguntas que orienten el pensamiento de los alumnos hacia las entidades que van a permitir ir comprendiendo paulatinamente cómo se puede intervenir y controlar algunos cambios químicos y lo que todos ellos tienen en común. Pueden resumirse en la siguiente: ¿Cómo se ve el átomo en la química escolar centrada en el cambio químico?

Marco Teórico

Presentamos aquí una reinterpretación de anteriores investigaciones en ideas previas de los alumnos, un análisis comparativo de libros de texto y proyectos de química para justificar con ello el lugar que ocupa el átomo en nuestra programación 'Química Pas a Pas' y en otras actividades que tienen como objetivo 'enseñar química a todos'. El Marco Teórico lo proporciona la reciente investigación centrada en Modelos y Modelización y, de una manera muy especial, las aportaciones sobre la función del lenguaje multimodal en la construcción de los conceptos científicos que proporcionan 'competencia en resolver problemas' a los alumnos. El término 'modelo' es polisémico e induce a confusión. A partir de la bibliografía (Gilbert y Boulter, 2000; Adúriz-Bravo y Izquierdo, en prensa) es posible realizar listas de clasificaciones y establecer estatus ontológico de los modelos, desde: modelos mentales, modelos expresados, modelo consensuados, historia de los modelos, modelos curriculares, modelos de enseñanza, modelos híbridos y modelos pedagógicos. Cada uno de ellos tiene una función particular y rol en la enseñanza de la química. Nosotros utilizamos el término 'modelo teórico' para referirnos a todo aquello que permite establecer relaciones entre los fenómenos químicos concretos y los principios de la química. Se representan con diversos lenguajes y estas representaciones multimodales son las que permiten impulsar el proceso de modelización en el aula y nos permiten sistematizar las distintas actividades que se realizan en el aula estos 'modos' son:

- El modo concreto consiste en el uso de los materiales, p.e. el modelo mental de una molécula de poliestireno.
- El modo verbal, consiste en el uso de metáforas y analogías
- El modo matemático, consiste en el uso de expresiones matemáticas, incluye ecuaciones ($PV=nRT$)
- El modo visual, consiste en la construcción de gráficos y diagramas
- La frase 'modelo simbólico' incluye modos visuales, verbales y matemáticos
- El modo gestual consiste en las acciones, p.e. el movimiento de manos para ejemplificar la quiralidad

Se debate la relación entre 'las ideas' y 'los hechos' desde una perspectiva 'experiencialista' (ni totalmente objetiva ni totalmente subjetiva) en la cual los aspectos creativos del lenguaje adquieren la máxima importancia. El cambio de énfasis al que nos hemos referido se traduce en el Modelo de Cambio Químico que vértebra nuestras sesiones de clase (Izquierdo y otros, 2007) y que va proporcionando una guía para interpretar las reglas de juego del cambio químico. A diferencia de las propuestas habituales, la atención se centra en el Cambio Químico y los conocimientos sobre la estructura de los materiales se van introduciendo a medida que las preguntas sobre el cambio químico los hace necesarios (Merino y Izquierdo, 2006). Así, el MCQ vértebra todas las 'representaciones' que funcionan como puentes de la actividad en el aula que transforman los experimentos concretos en un ejemplo de la teoría química (Sensevy, et al, 2008)

Metodología

Los datos sobre la 'actividad química de los alumnos' (sus ideas y acciones tal como se manifiestan en lo que escriben, dicen y hacen) los obtenemos en sesiones de clase en las cuales las preguntas y aportaciones de los alumnos son cruciales aunque a menudo sean desconcertantes para el profesor. Se analizan mediante redes sistémicas y se completan mediante alguna entrevista a los alumnos que destacan en algún sentido. Los datos sobre textos los obtenemos a partir de una pauta inspirada en Izquierdo y Márquez (2007). Los datos se analizan según una Metodología cualitativa que busca dar sentido al discurso que se ha desarrollado e identificar nuevas situaciones problemáticas que permitan continuar desarrollando un 'Modelo de Cambio Químico'.

Interpretación de los datos y resultados

Los resultados que obtenemos nos parecen altamente satisfactorios, si lo que se persigue 'ser competente en química', es decir, ser capaz de resolver determinados problemas de química en los cuales se plantean situaciones reales de cambio químico con implicaciones para las personas. Debemos destacar, sin embargo, las dificultades de este nuevo enfoque de la enseñanza de la química y el cambio radical de

objetivos de evaluación que comporta. Un 'punto fuerte' de nuestra propuesta es su punto de partida, que consiste en una reinterpretación de las investigaciones sobre ideas previas de los alumnos referentes a los cambios químicos. Para nosotros, estos estudios ponen en evidencia que los alumnos 'fallan' en aspectos cualitativos de los fenómenos químicos, aspectos que nunca son tratados en la química escolar, puesto que el CQ no es el centro y el origen de las preguntas que supuestamente deben responderse en las clases de química. Para sustentar esta afirmación nos basamos en el estudio de los libros y proyectos de química, que adolecen de la misma carencia.

Un punto débil es la dificultad del nuevo enfoque, que requiere 'ensuciarse las manos', es decir, enfrentarse a la complejidad de los cambios químicos reales, en los cuales 'los átomos no se ven' sino que se miden; para nosotros, los aspectos cuantitativos de la química son imprescindibles para superar la confusión que aparece si nos fijamos sólo en los aspectos cualitativos del CQ.

Para superar estas dificultades y poder llegar a proponer un programa viable de química en el cual se proceda a 'modelizar los fenómenos' hemos seleccionado algunos fenómenos que los alumnos transforman en 'paradigmáticos' a lo largo de las clases y hemos redactado secuencias didácticas que procuramos fundamentar con rigor. El análisis del discurso de los alumnos y de los experimentos que son capaces de diseñar de manera autónoma nos han permitido identificar 'rutas' de modelización en las cuales se producen interacciones entre las acciones, el lenguaje y las ideas que nos parecen de un gran interés.

Agradecimientos:

- Los autores agradecen al Ministerio de Educación y Ciencia (SEJE006-15589-CO2-02), a la Generalitat de Catalunya (2008ARIE00063) por el financiamiento económico recibido.
- Vicerrectoría de Investigación de la UAB y a su programa de Personal Investigador en Formación.
- Unidad de Perfeccionamiento Docente, de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Bibliografía

GILBERT, J.K., y BOULTER C.J. (2000) *Developing Models in Science Education*, Kluwer Dordrecht.

ADÚRIZ-BRAVO, A. e IZQUIERDO, M. (en prensa). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*.

IZQUIERDO, M. y ADURÍZ-BRAVO, A. (2005). La enseñanza de los componentes prácticos y axiológicos de los conceptos químicos. In M. Cabré & C. Bach (Eds.), *Coneixement, llenguatge i discurs especialitzat* (pp. 325-345). Barcelona: IULA, Documenta Universitaria.

IZQUIERDO, M., SANMARTÍ, N., y ESTAÑA, J. L. (2007). Actividad química escolar: modelización metacognitiva del cambio químico. En Izquierdo, Caamaño y Quintanilla (Eds.), *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (pp. 141-164). Barcelona:UAB.

MERINO, C., y IZQUIERDO, M. (2006). Un enfoque 'modelizador' para la enseñanza de una 'química básica para todos'. *Educación científica: tecnologías de la información y la comunicación y sostenibilidad*. XXII Encuentro en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Zaragoza

SENSEVY, G., TIBERGHIE, A., SANTINI, J., LAUBÉ, S. y GRIGGS, P. (2008). An epistemological approach to modelling: cases studies and implication for science teaching. *Science Education*, 92: 424-446.

CITACIÓN

IZQUIERDO, M. y MERINO, C. (2009). los modelos en la enseñanza de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3477-3479
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3477-3479.pdf>