

## EXPLORANDO EL DESARROLLO DE PERFILES CONCEPTUALES DE LOS ESTUDIANTES ACERCA DEL EQUILIBRIO QUÍMICO\*

Solsona, N.<sup>1</sup>, Izquierdo, M.<sup>2</sup> y de Jong, O.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Educación Secundaria Josep Pla. Barcelona. España.

<sup>2</sup>Departamento de Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas, Universidad Autónoma de Barcelona. España.

<sup>3</sup>Departamento de Enseñanza de la Química. Universidad de Utrecht. Holanda.

\* Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. *International Journal of Science Education*, 25(1), pp. 3-12 (2003).

El presente artículo versa sobre un tema de enorme interés para los profesores de ciencias como es el de las dificultades de comprensión del concepto de cambio químico para los alumnos de educación secundaria. Dicha comprensión implica para las y los autores del trabajo un triple requisito. De una parte, implica comprender el concepto a nivel macroscópico, para lo cual es preciso estar familiarizado con distintos ejemplos de reacciones químicas comunes en la vida diaria y concebir a éste como un proceso en el que unas nuevas sustancias se forman a partir de las anteriores que desaparecen. De otra, conlleva entender su significado a nivel microscópico, como proceso de reordenamiento de átomos en el que se rompen determinadas uniones entre ellos y se forman otras nuevas. Finalmente, exige entender las relaciones entre el nivel microscópico y el macroscópico a través del uso de representaciones simbólicas, fórmulas y ecuaciones químicas, especialmente.

Partiendo de estos presupuestos, el trabajo comienza realizando una revisión de la literatura sobre las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de nociones básicas de química: concepto de sustancia, elemento, compuesto, propiedades de la materia, cambio químico, etc. En síntesis, de los trabajos revisados se concluye que la mayor parte de la investigación realizada hasta la fecha en este dominio se centra en el uso que hacen los alumnos de estos conceptos y sobre cómo construyen proposiciones y reglas con ellos con el fin de producir explicaciones sobre los fenómenos químicos. En este trabajo, sin embargo, se pretende analizar cómo los estudiantes aprenden a interpretar el fenómeno de cambio químico desde el punto de vista de las relaciones entre el mundo macro y microscópico; esto es, sobre la idea de desaparición de unas sustancias y formación de otras nuevas, y su explicación en términos de ciertas entidades inalterables que son los átomos.

El estudio de campo se realizó sobre una muestra de 51 estudiantes de bachillerato, a lo largo de dos años consecutivos, al comenzar 1º de bachillerato y, un año después, al comenzar 2º. En ambas ocasiones, los estudiantes completaron individualmente un ensayo acerca del cambio químico. Más concretamente, fueron instados a escribir todo aquello que ellos recordasen acerca del cambio químico, mencionando de forma explícita los conceptos necesarios para explicarlo, ejemplos de cambio químico y una explicación a nivel microscópico. Los estudiantes habían abordado ya el concepto de

cambio químico un curso antes, en 4º de ESO, junto a otros conceptos como el de sustancia pura, elemento químico o el principio de conservación. Para ello, el profesor se basaba en un libro de texto habitual y algunas clases prácticas de laboratorio.

Durante el año comprendido entre ambos ensayos, los alumnos estudiaron nuevos tópicos de química (estructura atómica, sistema periódico, enlace químico y estequiometría) a lo largo de cinco meses, enseñados por el mismo profesor y siguiendo la misma metodología.

Los escritos producidos fueron analizados considerando cada uno en su conjunto como una unidad de análisis, de acuerdo a un sistema de categorías y subcategorías. Los resultados obtenidos a partir del análisis de ensayos sirvieron para clasificar el contenido de cada escrito dentro de alguno de los cuatro perfiles conceptuales siguientes acerca del cambio químico: *interactivo*, *mecano*, *cocina* e *incoherente*.

Los escritos pertenecientes al perfil "interactivo" tenían las siguientes características. El cambio químico es interpretado en términos de un cambio de sustancias, esto es, de la formación de nuevas sustancias que reemplazan las otras iniciales. Hay una relación coherente y equilibrada entre los niveles de explicación microscópico y macroscópico. Los ejemplos que se aportan son teóricos (ecuaciones o representaciones mediante modelos) y el texto resulta coherente en su conjunto. Básicamente, demuestran que el modelo aceptado de cambio químico ha sido adquirido.

Los ensayos pertenecientes al perfil "mecano" se caracterizan por un discurso construido en torno a una explicación microscópica del cambio, sin prestar atención a la vertiente fenomenológica. Sólo se concibe en términos de estructura interna, los ejemplos son de tipo teórico y el discurso resulta en su conjunto de una coherencia débil. Globalmente, no resulta claro si el concepto de cambio químico ha llegado o no a ser adquirido.

Los ensayos encuadrados dentro del perfil "cocina" mantenían un discurso centrado principalmente en el fenómeno, explicándose el cambio a nivel macroscópico en términos de un cambio físico o simplemente como un cambio en las propiedades. Los ejemplos que se aportan son de tipo empírico (experiencias de laboratorio o de la vida diaria) y el texto mantiene también una coherencia débil desde el punto de vista global. Tampoco queda claro si se ha adquirido o no el modelo científicamente aceptado de cambio químico.

Finalmente, en los ensayos pertenecientes al perfil "incoherente", el cambio químico no llega a ser explicado ni los ejemplos que se aportan son razonados. Se usa una terminología ambigua que no se sabe si se mueve en un nivel macroscópico o microscópico. El texto no mantiene ningún tipo de coherencia cuando se analiza de una manera global.

El estudio cuantitativo que acompañaba a esta arte cualitativa, mostraba proporciones mayoritarias de alumnos en el perfil "cocina" en 1º de bachillerato (53%), un porcentaje moderado en el perfil "mecano" (25%) y porcentajes bajos de alumnos con perfil "incoherente" (14%) o "interactivo" (8%). Si se comparan estos resultados con los obtenidos para 2º de bachillerato se aprecia un decrecimiento en la popularidad del perfil "cocina" que pasan a ostentarlo ahora solo una cuarta parte de los casos (25%),

a favor de un pequeños aumento de la del perfil "mecano" y un aumento más notable del perfil "incoherente", que pasan ahora a tomar valores del 33% en ambos casos. No se aprecia ningún cambio, no obstante, en la proporción de alumnos partidarios del perfil "interactivo", todo lo cual denota una incidencia bastante pequeña de la enseñanza recibida entre ambos cursos con vistas a promover una comprensión adecuada de la noción de cambio químico. Como señalan las autoras y autores del trabajo, los resultados muestran que el incremento en el número de lecciones acerca del cambio químico y otros conceptos químicos no asegura que los estudiantes comprendan mejor este concepto y de una manera más científica. Antes al contrario, y en contra de lo esperado, se produce incluso un preocupante incremento en el número de ensayos pertenecientes al perfil "incoherente".

La investigación presenta dos implicaciones importantes para la enseñanza. La primera de ellas es que no todas las explicaciones de los estudiantes son incorrectas. De hecho, la mayoría de veces son incompletas o parcialmente correctas. Como se deduce de los datos, algunos alumnos producen explicaciones sobre el cambio químico solamente a nivel macroscópico o microscópico. Por tanto, sería factible que los profesores manejaran las clases de forma que los estudiantes se volvieran conscientes de sus propias ideas acerca de los fenómenos químicos y, a partir de ahí, comprendieran la necesidad de completar sus explicaciones con las del otro tipo. De esta forma, aprenderían a comprender la utilidad de relacionar las explicaciones macroscópicas con las microscópicas, como parece deseable desde un modelo interactivo y complejo del cambio químico.

La segunda implicación se refiere al hecho de que muchos estudiantes no recuerden los experimentos realizados en clase, lo que evita que puedan incorporar a sus explicaciones la información que aporta ese tipo de ensayos. En este sentido, si bien resulta difícil encontrar experimentos cruciales sobre el cambio químico para el inicio en el bachillerato, resulta obvio que no es suficiente con referirse a un solo experimento acerca del cambio químico realizado en una fase anterior. En relación a este punto, decir que los ejemplos utilizados en este caso fueron la reacción entre azufre y hierro y la síntesis del agua. Estos ejemplos, que son habitualmente utilizados en el currículo de ciencias en España, nos hace ver la importancia de una selección adecuada de los libros de texto y de otros materiales didácticos que se emplean. Resulta, pues, preciso investigar qué clase de ejemplos en los libros de texto y otros materiales educativos son de utilidad para ayudar a los estudiantes a construir un perfil interactivo del concepto de cambio químico, lo cual, se termina diciendo, constituye un desafío para la investigación futura tanto en España como en otros países.

J.M.O.