

# ANÁLISIS DEL CONCEPTO DE CAMBIO QUÍMICO EN LOS LIBROS DE TEXTO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Rosa Martín del Pozo\*

## Resumen

La enorme implantación de los libros de texto les convierte en uno de los factores decisivos en la puesta en práctica de las reformas curriculares. Por otra parte, son el producto más visible de la transposición didáctica del conocimiento científico. Todo ello, les hace ser objeto preferente de los estudios didácticos. En este trabajo se analiza el concepto de cambio químico que proponen los libros de texto de Educación Primaria (6-12 años). El análisis del nivel de formulación y de los referentes empíricos propuestos por las siete editoriales seleccionadas nos revela una gran diversidad de planteamientos didácticos, que no siempre son coherentes ni con las prescripciones curriculares ni con los resultados de las investigaciones didácticas. Por último, se señalan algunas implicaciones en la formación inicial del profesorado que tendrá que enseñar los fenómenos químicos en los primeros niveles educativos.

**Palabras claves:** Libros de Texto, Cambio Químico, Educación Primaria, Nivel de Formulación, Referentes Empíricos.

## Abstract

The widespread use of the text books makes them one of the most decisive factors in the applying the curricular reforms. On the other hand, they are the most visible product in the didactic conversion of the scientific knowledge. That's is why they become be preferred the object of the didactic studies. In this work the concept of chemical change that propose the books of text of Elementary Education (6-12 years) is

analyzed. The analysis of the formulation level and of the empirical references proposed by the seven selected publishing companies reveals us a great diversity of didactic positions, that are not always coherent neither with the curricular prescriptions neither with the results of the science education research. Finally, some implications are pointed out in the training of the teachers who will have to teach the chemical phenomena in the first educational levels.

**Keywords:** Text Books, Chemical Change, Elementary Education, Formulation Level, Empirical References.

## Introducción

Los estudios didácticos han dedicado una especial atención a los libros de texto, tratando aspectos tales como: la imagen de la ciencia que transmiten, los errores conceptuales que contienen, las dificultades de comprensión que conllevan, las características y el papel que juegan los elementos figurativos, el tipo de actividades que suelen proponerse, etc. Además de estos aspectos generales, también existen estudios, aunque no son tan frecuentes, sobre el tratamiento conceptual que se hace en los libros de texto de un determinado contenido escolar, sobre todo en la Secundaria (Solbes y Vilches, 1991; Sánchez, 1998).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el objetivo del trabajo es caracterizar el concepto de cambio químico que se propone en los libros de texto de Educación Primaria (6-12 años) y valorar en qué medida responde a las prescripciones curriculares.

(\*) Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales / Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid  
rmartin@edu.ucm.es / España



## Metodología

La muestra de libros de texto de Educación Primaria que se han analizado pertenecen a las editoriales<sup>(1)</sup> de mayor implantación en España. En todas ellas se introduce el concepto de cambio químico en 5° ó 6° curso (entre los 10 y 12 años).

Para el análisis cualitativo de los textos seleccionados se han utilizado dos categorías que ya se han mostrado relevantes para el análisis didáctico de un contenido escolar (Martín del Pozo, 1994; Astolfi, 2001):

I. Nivel de formulación del concepto de cambio químico.

II. Referentes empíricos a los que se alude para dar cuenta de los fenómenos químicos.

## Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los datos de los libros de texto y del currículo de Educación Primaria, que pasamos a analizar según las categorías ya definidas.

I. El nivel de formulación del concepto de cambio químico se da en el nivel macroscópico, como señala el currículo oficial (que no incluye el concepto de átomo ni de molécula), utilizando como concepto estructurante el de sustancia (textos 1, 2, 5 y 7) o el de materia (textos 3 y 6). Para definir el estado inicial siempre se hace referencia a varias sustancias (no aparece la posibilidad de un cambio químico a partir de una sola sustancia). Para definir el estado final se mencionan varias sustancias (textos 1, 5 y 7), una sustancia

(texto 2), otras clases de materia (texto 6), o no se indica (texto 3). Sólo en el caso del texto 4 se utilizan conceptos de nivel microscópico (átomo, molécula y enlace), relacionando el concepto de átomo con el de sustancias iniciales y el de molécula con el de sustancias finales, pero sin relacionarlos entre sí. Los criterios de cambio (identidad, estructura, propiedades o naturaleza del estado inicial) predominan frente a los de conservación, que en ningún caso se indican. La polisemia al definir el estado inicial y final, y lo que cambia en el proceso, son detectados en numerosos estudios de concepciones de estudiantes de Secundaria y de Magisterio (Martín del Pozo, 1994).

II. Los referentes empíricos con los que se inicia el tratamiento de los cambios químicos difieren en cantidad (desde uno hasta siete) y diversidad de reacciones químicas y ámbitos de producción (doméstico, industrial, cuerpo humano, naturaleza y aula-laboratorio), siendo las combustiones que señala el currículo oficial las que aparecen en todos los textos (excepto en el texto 2). Por otra parte, en la mayoría de estos referentes se utilizan de forma inductiva para definir el concepto de cambio químico. Sólo en los textos 3 y 5, los referentes empíricos ilustran la definición de cambio químico en el contexto de la diferenciación "teórica" con los cambios físicos, como señala el currículo oficial. También en el texto 1 se diferencian fenómenos físicos y químicos, pero utilizando algunos indicadores visuales (estado físico, aspecto y color) para dilucidar si se han producido o no sustancias diferentes. En ningún caso se incide en la necesidad de obtener otras evidencias (propiedades características o posibilidad de recuperación de las sustancias iniciales) para la identificación de las sustancias obtenidas. Tampoco los referentes empíricos se relacionan con problemas e hipótesis; así, los interrogantes que aparecen en los textos 2, 4, 5 y 6 son retóricos y sólo en el texto 1 se demandan realmente respuestas del alumno sobre un fenómeno concreto. También es de destacar que las combustiones son desaconsejadas en muchos estudios didácticos como referentes para un primer acercamiento a los cambios químicos, dado la dificultad conceptual que tiene para los alumnos el "no ver" una de las sustancias reaccionantes. No obstante, se ha de admitir que se trata de los fenómenos químicos más conocidos por ellos.

(1) Editoriales analizadas: 1(6° Anaya, 1995), 2(6° Bruño, 1995), 3(6° Edebé, 1995), 4(6° Edelvives, 1998), 5(5° Santillana, 1998), 6(5° SM, 1995) y 7(5° TTeide, 1994).

	Nivel de formulación	Referentes empíricos
1	<p>En los cambios químicos, a partir de unas sustancias se forman otras sustancias distintas.</p> <p>Las sustancias finales tienen diferente estado, aspecto y color que las sustancias iniciales.</p>	<p>Vierte el bicarbonato en un vaso con vinagre ¿qué ocurre? ¿puedes reconocer ahora el bicarbonato y el vinagre? ¿crees que se han formado sustancias nuevas? (-&gt; formulación).</p> <p>Arder un trozo de madera; quemar gas butano, petróleo o gas natural; fotosíntesis; digestión; reacciones en los seres vivos; obtención de pinturas, detergentes, aceites, plásticos, gas butano, barnices, insecticidas.</p>
2	<p>El proceso mediante el cual se obtiene una nueva sustancia a partir de otras sustancias iniciales se llama cambio químico.</p>	<p>¿Cómo podemos obtener cobre en el laboratorio? Se describe el procedimiento de obtención de cobre y de un compuesto de hierro a partir de hierro y un compuesto de cobre (-&gt; formulación).</p>
3	<p>La energía calorífica produce cambios en los cuerpos (dilatación, cambios de estado). Además de estos cambios, la materia experimenta otros que alteran profundamente su estructura y propiedades. Los cambios más frecuentes en nuestro entorno que alteran la naturaleza de la materia son la oxidación y la combustión. (-&gt; referente empírico).</p>	<p>Oxidación del hierro Quemar madera</p>
4	<p>En las reacciones químicas los átomos de las sustancias forman nuevos enlaces entre sí y aparecen nuevas moléculas de sustancias diferentes.</p>	<p>¿Se puede transformar una sustancia en otra? El hierro de la superficie de estos tornillos se ha convertido en óxidos de hierro (-&gt; formulación) Pastilla efervescente con agua; quemar papel o madera.</p>
5	<p>¿Qué tipo de cambios puede experimentar la materia? Los cambios de la materia pueden ser de dos tipos: físicos y químicos. En los cambios químicos las sustancias se transforman en otras diferentes. (-&gt; referente empírico).</p>	<p>Quemar un papel; obtención de derivados de la leche como el yogur y el queso; arde la madera; el azúcar se transforma en alcohol y agua.</p>
6	<p>Cuando se produce un cambio químico, la materia cambia y a parecen otras clases de materia diferentes.</p>	<p>¿Qué ocurre cuando metemos la masa en el horno? Fabricación de un bizcocho (-&gt; formulación). Oxidación del hierro; cuando una vela arde; combustión de la madera, carbón, gasóleo, gas natural, etc. Los alimentos se combinan con el oxígeno y se produce energía; vinagre y bicarbonato.</p>
7	<p>Las reacciones químicas son aquellas en que las sustancias se combinan y hacen aparecer nuevas sustancias que tienen propiedades diferentes.</p>	<p>Combustión de una vela (-&gt; formulación). Quemar un papel; combustión de madera, carbones y derivados del petróleo; en casi todas las industrias se elaboran sustancias nuevas a partir de reacciones químicas de otras diferentes.</p>
8	<p><b>Bloque de contenidos n° 5:</b> Los materiales y sus propiedades.</p> <p>2. Los cambios observables en los materiales: cambios físicos, cambios químicos.</p>	<p>Combustiones “...abordarlos desde un punto de vista fundamentalmente fenomenológico, mediante procedimientos de observación de aquellas propiedades directamente percibidas a través de los sentidos y de experiencias elementales que las pongan de relieve”.</p>

Tabla 1. Nivel de formulación y referentes empíricos en los textos analizados y en el Currículo de Educación Primaria. Los números 1 al 7 corresponden a los libros de texto analizados y el número 8 al Currículo de Educación Primaria (Real Decreto 1344/1991, 6-IX) y (Guía Documental y de Recursos, 1992, p.119).

## Conclusiones e implicaciones en la formación inicial del profesorado

1. Las informaciones que contienen los libros de texto no se derivan linealmente de los currículos prescriptivos, ni de los datos que ofrece la investigación didáctica o la práctica de la enseñanza. Se trata más bien de un conjunto de decisiones que toman los propios autores sobre el conocimiento escolar que consideran deseable. Por ello, como era previsible, se detecta una gran diversidad de planteamientos a la hora de introducir el concepto de cambio químico en la Educación Primaria.

2. Se detectan tres planteamientos diferentes para introducir del concepto de cambio químico en los libros de texto que se caracterizan por:

a) Plantear el concepto de cambio químico a nivel macroscópico, en función del concepto de sustancia o materia, que no incluye el problema de la identificación del estado inicial y final, nombrando ejemplos de estos fenómenos, antes o después de la definición. Los textos 2, 3, 5, 6 y 7, se aproximan, en mayor o menor medida a este planteamiento formalista y enciclopédico, tendente a acumular definiciones en lugar de argumentaciones.

b) Plantear un interrogante (por ejemplo, ¿qué puede ocurrir al poner dos sustancias en contacto?), ofrecer posibles indicadores (color, estado físico, propiedades características, posibilidad de volver al estado inicial por procedimientos físicos, etc.) que puedan facilitar la diferenciación entre cambios físicos y químicos, proponiendo como deseable la formulación de los cambios químicos en función del concepto de sustancia y el cambio de identidad, y ampliando los referentes a diferentes ámbitos. El texto 1 es el que más se aproxima a este planteamiento.

c) Plantear una formulación de nivel microscópico que no viene precedida de una fenomenología que haga necesaria una primera explicación a este nivel. El texto 4 es representativo de este planteamiento.

3. La mayoría de los libros de texto parecen seguir las prescripciones curriculares en los aspectos más formales: introducir dicho concepto a nivel macroscópico e incluir como referente empírico las combustiones. Sin embargo, no parece existir una clara apuesta por los dos pilares fundamentales para la

enseñanza y el aprendizaje de este, y otros, conceptos científicos básicos: a) la realización de experiencias adecuadas para iniciar a los alumnos en el estudio fenomenológico del comportamiento de los materiales, y b) la consideración de las concepciones de los alumnos sobre estos fenómenos.

Finalmente, señalar que, desde el punto de vista de la formación inicial, es necesario que los futuros profesores aprendan a analizar, de una manera crítica, el contenido que aparece en los libros de texto. Desde nuestro punto de vista, el reto de los formadores está en conseguir que los futuros profesores evolucionen desde el planteamiento inicial mayoritario de que "Los libros son todos más o menos iguales y nos dicen qué y cómo hay que enseñar" hacia la idea de que "Los libros de texto son un tipo de material curricular diverso, que debería complementarse con otros", y así contribuir a que el futuro profesor no llegue a hacer "dejación profesional" a favor del libro de texto. ■

## Bibliografía

Astolfi, J.P., *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*, Diada Editora, Sevilla, 2001, p. 117-125.

Martín del Pozo, R., *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de Magisterio*, Tesis doctoral. Universidad de Sevilla, 1994, p. 240-256.

Sánchez, M.D. Análisis del concepto de mol en los libros de texto y en los estudiantes. En: A. Jiménez (coord.), *Didáctica de las Ciencias y Transversalidad*, Universidad de Málaga, 1998, p. 417-426.

Solbes, J., Vilches, A. (1991). Análisis de la introducción de la teoría de enlaces y bandas. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 [1], p. 53-58, 1991.

