

La formación inicial de maestros sobre los contenidos escolares. El caso del cambio químico

Rosa Martín del Pozo

Facultad de Educación - Centro de Formación del Profesorado

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Universidad Complutense de Madrid (*)

Miembro del Grupo DIE (Didáctica e Investigación Escolar) y

del Proyecto Curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar) (**)



RESUMEN

En este trabajo se trata de describir, analizar y valorar el programa de formación inicial sobre los contenidos escolares que desarrollamos con futuros maestros de Educación Primaria. Más concretamente, sobre los cambios químicos que se incluyen en el currículo oficial de los alumnos (6-12 años) dentro del estudio de los materiales y sus propiedades.

Una opción formativa: el conocimiento profesionalizado de los contenidos escolares

En la formación inicial del profesorado sobre los contenidos escolares existen opciones diversas que implican planteamientos diferentes sobre lo que es enseñar, aprender y ser maestro (Martín del Pozo, 1994b). Podemos resumir dos de las más frecuentes:

a) Una opción para el formador es enseñar de nuevo los contenidos de ciencias porque la mayoría de los futuros maestros no los saben (o los saben mal) y van a tener que enseñarlos a los alumnos de Primaria. Una gran parte de los estudiantes de Magisterio también mantienen esta po-

sición al declarar que lo que habría que hacer en asignaturas como la nuestra (Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica) es: "repasar los contenidos que hay que explicar a los niños".

b) Otra opción es enseñarles didáctica (entendida fundamentalmente como metodología) para que los futuros maestros aprendan a hacer actividades con los alumnos, porque "total es muy poco y muy sencillo lo que tienen que enseñar de ciencias en Primaria y eso lo sabe cualquiera y está en los libros de texto". Aquí también, para muchos estudiantes de Magisterio "el problema es que no sabemos cómo enseñar las ciencias a los niños".

Ninguna de estas dos opciones nos han solucionado los problemas de la for-

(*) Paseo Juan XXIII s/n, 28040 Madrid.

(**) Esta publicación es resultado parcial del proyecto PB-94-1449 financiado por la DGICYT



mación inicial sobre contenidos escolares concretos:

a) En el primer caso, porque una formación descontextualizada sobre los contenidos, ignorando que se trata de formar a futuros maestros, no parece que les capacite para enseñar.

b) En el segundo caso, porque si no intervenimos, si no hacemos formación sobre los contenidos no les estamos dando la oportunidad de mejorar su propio conocimiento. Más aún, podemos favorecer la dependencia casi exclusiva de "lo que diga el libro de texto" y la incapacidad para trabajar con las ideas que los alumnos de Primaria tienen sobre los fenómenos que estudian. Y además, por si fuera poco, los problemas asociados al cómo enseñar no están disociados del contenido que se enseña.

Sin embargo, las posibilidades reales no se agotan en las dos opciones enunciadas. Así, en el marco del Proyecto Curricular IRES, se argumenta la necesidad de una formación inicial como primera fase en el desarrollo profesional, y no como un alargamiento de la escolaridad, en conexión con la formación permanente (Grupo Investigación en la Escuela, 1991; Martín del Pozo, 1992). Nuestra pretensión es la de facilitar a los futuros maestros la construcción de un *conocimiento práctico profesional sobre los contenidos escolares*, a partir del tratamiento de problemas significativos para la enseñanza, con potencialidad para movilizar sus propios conocimientos disciplinares y didácticos, y que les capacite para intervenir de una manera fundamentada y crítica en el contexto escolar (Porlán y otros, 1996; Azcárate, Martín del Pozo y Porlán, 1997; Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997).

Para ello, desde el punto de vista del formador, es necesario realizar un trabajo de reelaboración (transposición, transformación heurística o integración didáctica, según los autores) de las informaciones

que sean relevantes para enseñar un contenido concreto del currículo escolar. Teniendo en cuenta que, en nuestro caso, trabajamos sobre el campo conceptual asociado a los cambios químicos, dichas informaciones están contenidas en las siguientes fuentes:

a) La historia y epistemología de las ciencias en general y de la Química en particular.

b) Los estudios didácticos sobre las ideas de los alumnos acerca de este campo conceptual (ideas sobre la composición y estructura de la materia, criterios para identificar y diferenciar cambios físicos y químicos, interpretaciones de cambios químicos como las combustiones, incluidas en el currículo oficial de Primaria)

c) Los estudios didácticos sobre las concepciones de los profesores (en formación inicial y en activo) sobre el conocimiento en general, el científico en particular, y los contenidos concretos relacionados con los cambios químicos.

d) El conocimiento escolar generado por la enseñanza, como práctica social de referencia, en los diferentes niveles de producción curricular (currículo oficial, libros de texto, y otros materiales curriculares)

e) Otras prácticas y problemáticas sociales ligadas a cuestiones químicas (la industria, las prácticas domésticas, etc).

El resultado de este trabajo de reelaboración es una propuesta de *conocimiento profesional enseñable y aprendible*, específica para aquellos que quieren hacer de la enseñanza su profesión. Dicho conocimiento no es el conocimiento químico, ni de su historia, ni tampoco el conocimiento didáctico específico, sino más bien una integración de estos saberes formalizados y de saberes más experienciales. Esta propuesta tiene además la virtualidad de plantearse a diferentes niveles de complejidad, desde una visión más simple del saber profesional sobre los contenidos escolares (para enseñar un

contenido basta con dominarlo académicamente) hasta saberes profesionales más elaborados o complejos (para enseñar un contenido es necesario saber analizar la información procedente de fuentes muy diversas y saber integrarla en una propuesta de conocimiento escolar sobre dicho contenido).

Por último, señalar que esta opción formativa contiene otra idea muy potente para orientar la intervención del formador: la necesaria coherencia entre el modelo formativo y el modelo didáctico constructivista e investigativo hacia el que se pretende que evolucione el modelo didáctico personal de los futuros maestros.

Una propuesta formativa en la asignatura Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica II (Química)

Estos planteamientos más generales se han adaptado a la situación académica en la que nos encontramos desde hace ya algunos años con los nuevos planes de estudio de las titulaciones de Maestro en la Universidad Complutense de Madrid (Real Decreto 1440/1991 de 30 de agosto y Resolución de la UCM de 26 de diciembre de 1995). En nuestro caso, trabajamos la primera parte de la asignatura troncal "Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica II" (4 créditos, en dos sesiones semanales de una hora y treinta minutos cada una) con, habitualmente, un centenar de estudiantes de 2º curso del título de Maestro de la especialidad de Educación Primaria. En ella se tratan los contenidos del currículo escolar de Primaria que tienen relación con los conocimientos químicos. Más concretamente, una parte del bloque de contenidos del currículo oficial que se refiere a: *los materiales, sus propiedades y los cambios físicos y químicos que pueden producirse al interaccionar con*

el calor, la luz, la electricidad, la humedad u otros materiales (Real Decreto 1344/1991 de 6 de Septiembre)

Nuestra hipótesis de progresión del conocimiento profesional sobre los contenidos escolares

Teniendo presentes estos condicionantes, nos planteamos los contenidos de la asignatura como una hipótesis de conocimiento profesional sobre los contenidos escolares con tres niveles de sucesiva complejidad:

a) En el primer nivel se considera el conocimiento escolar sobre el cambio químico como una *simplificación del conocimiento disciplinar* (químico). Un conjunto de conceptos, leyes y teorías cuya estructura responde a la versión simplificada de la Química que muchos libros de texto reflejan, con una sucesión lineal de definiciones telegráficas de los conceptos, sin establecer relaciones entre ellos. La gran cantidad de conceptos que aparecen es un indicador de la visión acumulativa y dogmática del conocimiento que subyace en este nivel. La fuente de información privilegiada para determinar el contenido que se enseña es, fundamentalmente, el libro de texto.

Por todo ello, el conocimiento profesional característico de este nivel, es un *conocimiento disciplinar indiferenciado*, es el conocimiento que se tiene de la disciplina o, lo que viene a ser lo mismo, de la versión que hacen de ella los libros de texto. Entendemos que en este nivel se sitúan la mayoría de los futuros maestros.

b) En un nivel intermedio, el conocimiento escolar sobre el cambio químico supone una *adaptación del conocimiento disciplinar*, teniendo en cuenta la estructura conceptual y metodológica de la disciplina. Los contenidos se secuencian según una progresión de lo simple (observable) a lo complejo (abstracto) y se organizan

en forma de esquemas conceptuales que ponen de manifiesto relaciones jerárquicas entre conceptos.

En este nivel se consideran las dificultades de los alumnos para aprender los contenidos de ciencias, los errores que tienen, etc; y se tiene como referente el método científico, o más precisamente, la versión empirista del mismo, como un organizador de las actividades de los alumnos para aprender los contenidos.

Por todo ello, en este nivel, el conocimiento profesional implica un cierto dominio de la estructura (conceptual y metodológica) de la disciplina y de sus posibilidades de jerarquización para adaptarla al nivel de los alumnos. Para ello es necesario saber programar secuencias de objetivos, actividades, sobre todo de laboratorio, y pruebas para enseñar un determinado contenido.

Se trata, por tanto, de un *conocimiento técnico de la didáctica*, que encierra una visión absolutista y también empirista del conocimiento.

No obstante, cabe señalar que también puede darse una *tendencia activista* que, sin abandonar el empirismo, pone el acento didáctico en el interés y experiencia de los alumnos y en un planteamiento más abierto, tanto desde el punto de vista de los contenidos (mayor relevancia de lo cotidiano) como de las actividades (secuencias más abiertas para que los alumnos "aprendan descubriendo")

c) En un nivel de referencia, o deseable, el conocimiento escolar sobre el cambio químico se concibe como una *integración didáctica* de diferentes conocimientos: el disciplinar, el de los alumnos y el asociado a problemas socio-ambientales que puedan ser relevantes. Se trata de asumir la diversidad del conocimiento en el contexto escolar y de no privilegiar, de no considerar como "lo verdadero", el conocimiento disciplinar frente a otros tipos y formas de conocer. Se trata de asumir una

lógica didáctica, es decir, una lógica que trata de responder tanto a la significatividad epistemológica como a la significatividad psicológica y social del conocimiento. Para ello es necesario un *conocimiento práctico profesionalizado* de los contenidos que permita a los futuros maestros elaborar análisis didácticos de diferentes fuentes de información y propuestas de conocimiento escolar en las que se formulen los contenidos a diferentes niveles progresivamente más complejos, y no como formulaciones o definiciones únicas, y se organicen en forma de tramas en torno a conceptos, procedimientos y actitudes claves o estructurantes.

En resumen, los tres niveles explicados son una referencia para el formador, no un itinerario obligado para los futuros profesores, entre otras razones porque están más cerca de ser elaboraciones teóricas que descripciones de la realidad y ningún estudiante de Magisterio se encuentra exactamente en un determinado nivel.

No obstante, plantear así lo que pretendemos que los futuros maestros aprendan, nos permite situar, dentro de una hipotética progresión, el saber de los futuros profesores y los obstáculos asociados al mismo, y así poder orientar nuestra intervención. Pero también, a medida que contrastamos esta hipótesis con la realidad nos permite enriquecerla y matizarla con nuevos niveles y subniveles.

Este proceso caracteriza buena parte de la investigación que en el grupo DIE realizamos sobre nuestra propia práctica en la formación inicial y permanente del profesorado.

La organización del conocimiento profesional

El conocimiento profesional se organiza en torno a un conjunto de problemas sobre lo que los futuros maestros saben y

deberían saber acerca de los contenidos que, relacionados con la Química, se enseñan en la Educación Primaria.

El hilo conductor que organiza los problemas que se tratan son las fuentes de información que son relevantes para la selección y organización de los contenidos escolares (en nuestro caso, los cambios químicos).

a) Un primer bloque de problemas hace referencia al conocimiento disciplinar de los futuros maestros acerca de los interrogantes básicos que sobre la materia y los cambios se tratan en Primaria y una reflexión acerca de la idoneidad de ese saber para poder enseñar. Su formulación habitual al presentarla en las sesiones de clase suele ser la siguiente:

- *¿Qué sabemos de Química?*
- *¿Qué sabemos acerca de la composición de los materiales que forman los objetos?*
- *¿Qué sabemos acerca de los fenómenos que pueden ocurrirles a los materiales?*
- *¿Lo que sabemos nos sirve para enseñar?*

b) Otro bloque es fundamentalmente de contraste de las creencias de los futuros maestros acerca de lo que tienen que enseñar con la información que proviene de la legislación (currículo oficial) y de los libros de texto.

Con objeto de adecuar la propuesta al tiempo disponible, los otros materiales curriculares sólo pueden ser mencionados, pero no analizados en el curso. La formulación de las cuestiones que se plantean suelen ser:

- *¿Qué contenidos relacionados con la Química creemos que deberían enseñarse en Primaria?*
- *¿Qué se dispone sobre los contenidos a enseñar en la legislación escolar?*
- *¿Qué se enseña en los libros de texto?*

c) En un tercer bloque se utilizan didácticamente los datos de la Historia de la Química para poder situar en un gradiente de progresiva complejidad sus propias concepciones disciplinares acerca de los cambios químicos, sus concepciones epistemológicas sobre el conocimiento científico, sobre su naturaleza, evolución, cambio y relación con otros conocimientos, especialmente la relación entre el conocimiento escolar y la historia de las ciencias en general. Se formulan las siguientes cuestiones:

- *¿Hay una única idea correcta de lo que es un cambio químico?*
- *¿Cómo se cambian las ideas acerca de los cambios químicos?*
- *¿Tiene alguna utilidad didáctica la historia de la ciencia?*

d) Un último bloque de problemas trata de una fuente de información esencial para los futuros maestros: lo que saben los alumnos de Primaria. Los datos de los estudios didácticos de las ideas de los alumnos se utilizan como contraste con sus propios conocimientos al tener que emplearlos para analizar lo que los alumnos (6-12 años) saben. Se suelen plantear estas cuestiones:

- *¿Saben algo los alumnos de Primaria sobre los cambios químicos?*
- *¿Cómo podemos averiguarlo?*
- *¿Saben todos los alumnos lo mismo?*
- *¿Cómo puede trabajarse en el aula con la diversidad de ideas de los alumnos?*

Dado que los estudiantes de Magisterio no están acostumbrados a que se les planteen los contenidos que deberán tratar en una asignatura como una serie de problemas o interrogantes, en la propuesta de trabajo que se presenta y discute en la primera sesión del curso se relacionan los problemas con el siguiente temario:

<i>Tema 1.</i>	<i>Los contenidos escolares que pretenden enseñarse en la Educación Primaria (Currículo oficial y libros de texto)</i> - <i>Conceptos, procedimientos y actitudes</i> - <i>Organización de los contenidos (secuencias, mapas, tramas)</i>
<i>Tema 2.</i>	<i>Los conceptos básicos de Química</i> - <i>Composición de los materiales (Nivel macroscópico: sustancia, elemento, compuesto y mezcla. Nivel microscópico: átomo, molécula e ión)</i> - <i>Cambios químicos</i>
<i>Tema 3.</i>	<i>Estructura y evolución de los conceptos básicos de Química</i> - <i>Marcos conceptuales</i> - <i>Conceptos estructurantes</i> - <i>Niveles de formulación</i>
<i>Tema 4.</i>	<i>El conocimiento de los alumnos sobre los conceptos básicos de Química. Implicaciones didácticas</i> - <i>Instrumentos para la detección de las ideas de los alumnos (cuestionarios, entrevistas, producciones de los alumnos)</i> - <i>Niveles de formulación en las ideas de los alumnos</i>

La secuencia de actividades formativas

Para el tratamiento de dichos problemas se propone la realización de diferentes tipos de actividades individuales, en grupo y con el conjunto de la clase, organizadas en:

a) Actividades iniciales, que suelen ir encaminadas a poner de manifiesto y “explorar” al máximo el saber de los futuros profesores.

b) Actividades para desarrollar el trabajo sobre un determinado problema, que suelen orientarse hacia el manejo y contraste con informaciones que provienen de otras fuentes (currículo oficial, libros de texto, producciones de los alumnos de Primaria, fenómenos físicos y químicos provocados en el laboratorio, estudios didácticos sobre los cambios químicos, etc).

c) Y finalmente, actividades que pretenden sintetizar, comparar, aplicar y, en el mejor de los casos, reflexionar sobre lo realizado para abordar una determinada cuestión. Más concretamente, a los estudiantes de Magisterio se les entrega un

dossier que contiene la documentación necesaria para realizar las siguientes actividades (organizadas en torno a temas/problemas) (***):

**Presentación y negociación de la propuesta de trabajo para el curso (1 sesión)*

El interrogante que se discute es: *¿Qué Química tendría que saber un futuro maestro de Primaria?*

En esta sesión se da la primera oportunidad para detectar y debatir las dos posiciones a las que hacíamos referencia en el primer apartado: “repasar la Química” y “hacer actividades para los alumnos de Primaria”. También, mediante una exposición dialogada, se trata de justificar el contenido que se va a tratar durante el curso.

**Actividad introductoria (2 sesiones)*

Para poner de manifiesto qué tipo de conocimientos tienen los futuros maestros y si éstos son adecuados para poder

(3) Entre paréntesis figura el número de sesiones estimado para su realización.

enseñar contenidos relacionados con la Química en la Educación Primaria. Se trata de cumplimentar, primero individualmente y luego en grupo, una lista con los conceptos de Química que se consideren más importantes y un esquema o mapa que relacione dichos conceptos. En la sesión siguiente se analizan y discuten sus propuestas, se caracteriza su saber y se valora su idoneidad para enseñar.

**Tema 1. Los contenidos escolares que pretenden enseñarse en la Educación Primaria. ¿Qué contenidos relacionados con la Química creemos que deberían enseñarse en Primaria?; ¿Qué se dispone sobre los contenidos a enseñar en la legislación escolar?; ¿Qué se enseña en los libros de texto? (4 sesiones)*

A.1.1. Elaboración, primero individualmente y luego en grupo, de una lista con los contenidos de Química que se deberían enseñar en Primaria. Análisis y conclusiones sobre las diferentes tendencias que se detecten.

A.1.2. Presentación del currículo para la Educación Primaria (Área de Conocimiento del Medio) y contraste con los contenidos propuestos en la actividad anterior.

A.1.3. Trabajo en grupo para elaborar un mapa conceptual del bloque de contenidos nº5 "Los materiales y sus propiedades" (Documento 1: "Real Decreto 1344/1991 por el que se establece el currículo de la Educación Primaria")

A.1.4. Puesta en común y reelaboración de las propuestas a partir del contraste con el Documento 2 ("Propuesta de mapa conceptual del bloque de contenidos nº5")

A.1.5. Trabajo en grupo para analizar los contenidos propuestos por un libro de texto de Primaria según el Documento 3 ("Fotocopia de un texto de Primaria y

Guión de análisis de contenido del libro de texto, en función de la amplitud conceptual, el nivel de formulación y los referentes empíricos")

A.1.6. Síntesis dialogada de la información manejada en el tema en el que se comparan las respuestas a los interrogantes planteados.

**Tema 2. Los conceptos básicos de Química: ¿Qué sabemos acerca de lo que están formados los materiales que forman los objetos?; ¿Qué sabemos acerca de los fenómenos que pueden ocurrirles a los materiales? (11 sesiones, 6 de ellas en el laboratorio)*

A.2.1. Trabajo en grupo para clasificar un conjunto de materiales atendiendo a diferentes criterios, entre ellos la composición. Puesta en común para comparar las diferentes clasificaciones y contraste con el Documento 4 ("Esquema conceptual sobre la composición y estructura de la materia").

A.2.2. Trabajo en grupo para elaborar previsiones acerca de los fenómenos que pueden ocurrir al poner dos sustancias en contacto, frente al calor y frente a la electricidad. A.2.3.

Realización en el laboratorio de diferentes experiencias (sobre dos sustancias en contacto, frente al calor y frente a la electricidad) en las que se tienen que tomar datos del estado inicial y final e interpretar las observaciones realizadas (Documentos 5, 6 y 7, con los guiones para trabajar en el laboratorio). Revisión de las propuestas elaboradas en la actividad anterior.

A.2.4. Discusión de las observaciones e interpretaciones de cada una de las experiencias realizadas en el laboratorio. Elaboración conjunta de las conclusiones contenidas en el Documento 8 ("Esquema conceptual sobre los cambios físicos y químicos").

**Tema 3. Estructura y evolución de los conceptos básicos de Química: ¿Hay una única idea correcta de lo que es un cambio químico? (3 sesiones)*

A.3.1. Estudio del Documento 9 ("Le concept de reaction chimique. Stavridou, 1987". Resumen traducido) sobre la evolución histórica del concepto de cambio químico, teniendo en cuenta: período histórico, formulación, conceptos asociados y fundamentos de cada formulación.

A.3.2. Puesta en común y reestructuración de la información manejada según el Documento 10 ("Marcos conceptuales, conceptos estructurantes y niveles de formulación del concepto de cambio químico").

A.3.3. Definición individual de lo que es un cambio químico. Intercambio de definiciones para analizar la ajena. Debate acerca de los criterios para "corregir" definiciones. Descripción de las categorías utilizadas por la profesora para analizar todas las definiciones del grupo de clase. Aplicación al caso de la definición ajena junto con las propuestas de mejora. Reformulación de la definición propia.

A.3.4. Síntesis dialogada para situar su saber en comparación con la información de los estudios didácticos de historia de la Química.

**Tema 4. El conocimiento de los alumnos sobre los conceptos básicos de Química. Implicaciones didácticas: ¿Sabían algo los alumnos de Primaria sobre los cambios químicos? (4 sesiones)*

A.4.1. Presentación de los resultados de esta línea de investigación en Didáctica de las Ciencias. Entrega del Documento 11 ("Cómo trabajar con las ideas de los alumnos". R. Cubero, 1989, Cap. 2 y 3) para su lectura fuera de las sesiones de clase.

A.4.2. Trabajo en grupo para analizar las ideas de alumnos sobre los conceptos de sustancia, elemento, compuesto, mezcla, cambio físico y cambio químico (Documento 12: "Producciones de alumnos de 12 años durante una experiencia de aula"). Puesta en común y contraste con el Documento 13 ("Niveles de formulación en las concepciones de los alumnos sobre la materia, los cambios físicos y químicos").

A.4.3. Síntesis dialogada sobre la importancia didáctica de las ideas de los alumnos junto con la idea de progresión en el conocimiento según un gradiente de creciente complejidad.

**Actividad final (2 sesiones)*

Para resolver un ejemplo de una prueba escrita que sintetiza los contenidos y las actividades trabajadas en clase (Documento 14 "Prueba escrita de cuatro cuestiones"). Un ejemplo de este tipo es el que representamos a pie de página:

La razón de incluir esta actividad es consecuencia de la decisión operativa adoptada (realizar una prueba escrita) para poder evaluar al centenar de estudiantes de Magisterio. Aunque también se tiene en consideración el trabajo realizado en las sesiones de clase, es la información que se obtiene de esta prueba lo que de-

Después de observar y clasificar diferentes sustancias, un maestro pregunta al grupo de alumnos/as de Primaria: ¿qué puede ocurrir al poner dos sustancias en contacto?

Las posibilidades apuntadas por el grupo son: que arda; que cambie de color; que no pase nada; que se disuelvan; que salgan burbujas

- *¿Qué esquema conceptual consideras deseable para dar respuesta a la pregunta formulada por el maestro?*
- *¿Cómo incluirías las propuestas de los alumnos en dicho esquema?*
- *¿Qué experiencias más representativas les propondrías realizar?*

termina el aprobado en esta parte de la asignatura.

Este es uno de los aspectos que hoy por hoy más nos preocupa, entre otras razones porque somos conscientes de su trascendencia.

Un análisis del desarrollo de la propuesta formativa: las concepciones y obstáculos de los futuros maestros

Como todos los profesores (y los formadores de profesores) sabemos -o deberíamos saber- una cosa es lo que pretendemos hacer; otra lo que decimos que hacemos; y otra lo que en realidad hacemos. No obstante, en este caso, más que describir en detalle el desarrollo real de la secuencia de actividades prevista, en la que creemos que no hubo modificaciones sustanciales, hemos optado por describir algunas de las concepciones y obstáculos detectados en el proceso formativo. De esta manera, pretendemos terminar de ofrecer una visión de conjunto de cómo adaptamos nuestros planteamientos sobre la formación del profesorado y el conocimiento profesional a un determinado contexto institucional. Para ello, haremos de nuevo referencia a los diferentes problemas tratados en el curso.

El problema inicial: ¿Qué sabemos de Química?

Los futuros maestros manifiestan un conocimiento de *mucha amplitud* (son capaces de proponer hasta 97 "conceptos más importantes" relacionados con la Química, siendo el concepto de átomo el más propuesto por el grupo clase: el 74%), *poca diversidad* (45 conceptos se refieren a la composición y estructura de la materia, sobre todo de nivel microscópico; 26 a las transformaciones de la materia, tanto quí-

micas como físicas, y otros 26 a conceptos generales o no relacionados directamente con lo químico) y *muy fragmentario*, sin apenas relaciones entre los conceptos propuestos.

Es importante señalar que el "impacto" causado entre los estudiantes de Magisterio por el recuerdo de tal cantidad de "conceptos importantes", nos llevó, en el propio desarrollo del curso a incluir explícitamente la necesidad de los *conceptos metadisciplinares* (sistema, organización, interacción y cambio) para facilitar la comprensión de la estructura conceptual, en este caso, de los conceptos químicos.

En general detectamos dos actitudes básicas: aquellos que "no saben nada" (los que más) y otros que "saben de sobra para enseñar a los alumnos" (los que han estudiado Química en COU).

Problema 1: ¿Qué contenidos relacionados con la Química creemos que deberían enseñarse en Primaria?

El conocimiento que se propone enseñar coincide básicamente con lo que los propios estudiantes recuerdan, pero poniendo como condición que tienen que "ser más fáciles para que los alumnos de Primaria lo comprendan".

De los 12 grupos que realizaron la correspondiente actividad, 7 proponían el concepto de *elemento*, 6 el de *átomo* y el de *sustancia*, 5 los de *partículas subatómicas* y *compuesto*, 4 el de *mezcla/disolución* y sólo 2 el de *cambio químico* y *cambios de estado*, siendo éstos tres últimos, los únicos conceptos que propone explícitamente el currículo oficial para Primaria.

No obstante, es importante señalar que una minoría propone enseñar en Primaria contenidos con implicaciones sociales de "lo químico".

La mayoría de los estudiantes se sorprende al comprobar la "poca cantidad"

de contenidos que legalmente hay que enseñar y, por otra parte, la "inadecuada información" que, desde el punto de vista conceptual, ofrecen los libros de texto de Primaria a los alumnos de 11-12 años, y empiezan a mostrarse más críticos con esta fuente de información que ya consideran diversa (según las editoriales).

Problema 2: ¿Qué sabemos acerca de lo que están formados los materiales que forman los objetos?; ¿Qué sabemos acerca de los fenómenos que pueden ocurrirles a los materiales?

La clasificación de los materiales atendiendo a la composición, propuesta por los grupos de trabajo, pone de manifiesto las dificultades que éstos tienen para elaborar clasificaciones de más de un nivel (el criterio es, por ejemplo, si los materiales tienen o no tienen oxígeno).

Además, suelen utilizar inicialmente el concepto de elemento, y no el de sustancia, para clasificar los materiales. En definitiva, se detectan serias dificultades para identificar y diferenciar entre los conceptos de sustancia, elemento, compuesto y mezcla, y relacionarlos con los de átomo y molécula.

Por otra parte, la mayoría de los grupos de trabajo en el laboratorio no manifiesta una conceptualización previa de los fenómenos que pueden ocurrirles a los materiales en cambios físicos y químicos, sino que prima la percepción ("al poner en contacto dos sustancias pueden mezclarse, cambiar de color o aumentar la temperatura").

En las interpretaciones de las 15 experiencias realizadas pueden detectarse diferentes concepciones acerca de los cambios físicos y químicos que, aunque dependen del fenómeno concreto del que se trate, implican, en líneas generales, una visión no interactiva de los cambios químicos.

Problema 3: ¿Hay una única idea correcta de lo que es un cambio químico?

En el tratamiento de este problema se pone de relieve una visión del conocimiento científico (químico) como "una acumulación de teorías que a partir de la observación y experimentación se han demostrado que son verdaderas", que contrasta con los datos de la historia del conocimiento químico.

Además de cuestiones epistemológicas de carácter general, en el tratamiento de este problema también se explicitan sus formulaciones acerca de los cambios químicos. Es importante destacar que sólo un estudiante utiliza el concepto de átomo; ninguno se refiere a lo que se conserva (sólo uno hace mención a que "no cambian las propiedades"); para la mayoría lo que cambia es la identidad del estado inicial (si bien éste se define de forma muy distinta con una, dos o varias sustancias, elementos o mezclas), aunque para muchos estudiantes sigue presente la idea de que lo que cambian son las propiedades y no la identidad.

Problema 4: ¿Saben algo los alumnos de Primaria sobre los cambios químicos?

Además de constatar que, efectivamente, los alumnos de Primaria tienen ideas acerca de estos fenómenos, una gran parte de los estudiantes de Magisterio suelen plantear que dichas ideas son erróneas y que hay que sustituirlas, mediante actividades prácticas, por las ideas correctas, frente a la idea de progresión en el conocimiento hacia niveles de mayor complejidad. Por otra parte, sus propias concepciones sobre los conceptos tratados anteriormente vuelven a surgir cuando tienen que analizar las ideas de los alumnos de Primaria sobre esos mismos conceptos.

En definitiva, con este proceso formativo pretendemos hacer evolucionar una concepción mayoritaria entre los futuros maestros y que se caracteriza por adoptar una visión acumulativa, fragmentaria y no interactiva de los cambios químicos que se traslada al contexto escolar mediante una simplificación de los contenidos de la Química, organizándolos según la lógica disciplinar y la visión empirista y, a la vez, enciclopédica del conocimiento científico. Desde nuestro punto de vista, el absolutismo epistemológico que suponen estos planteamientos, adquiridos sobre todo por formación ambiental, es un obstáculo central en el proceso formativo que llevamos a cabo, dado que impide comprender la diversidad de conocimientos que confluyen en el contexto escolar, y el carácter relativo y evolutivo del conocimiento en general (Porlán y Martín del Pozo, 1996).

Por último, es difícil valorar adecuadamente hasta qué punto el saber que "de hecho" manifiestan los futuros maestros ha evolucionado y en qué ha influido este programa. Éste es, precisamente, uno de los centros de interés del trabajo de investigación del grupo DIE. Nuestras intuiciones apuntan a una cierta consolidación, en una minoría de estudiantes, de ciertas "ideas-fuerza", como es la de que los contenidos escolares deben seleccionarse atendiendo a diversas fuentes de información y que deben formularse a diferentes niveles de complejidad, y de cierto "saber-hacer" en el análisis didáctico de los contenidos.

Por su parte, los estudiantes de Magisterio, al realizar una valoración del curso, señalan mayoritariamente que: debe mantenerse la metodología utilizada, los contenidos tratados y la organización

del curso; que debe mejorarse, en el sentido de aumentar, el tiempo dedicado a las actividades en el laboratorio, y no hacen ninguna propuesta para eliminar algún aspecto del diseño y/o desarrollo de la asignatura.

REFERENCIAS

- AZCÁRATE, P.; MARTÍN DEL POZO, R. y PORLÁN, R. (1997). Una perspectiva epistemológica para analizar y transformar la formación inicial del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. V Congreso, 21-22.
- GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA. (1991). Proyecto curricular "Investigación y Renovación Escolar" (IRES). (4 Volúmenes). Sevilla: Díada.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1992). *La formación inicial del profesorado en el proyecto Curricular IRES*. Sevilla: Díada.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1994a). Tentative de définition d'un savoir professionnel sur le changement chimique des enseignants. *Aster*, 18, 217-240.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1994b). *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.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1995). El conocimiento escolar y profesional del cambio químico en el diseño curricular Investigando Nuestro Mundo. *Investigación en la Escuela*, 27, 39-48.
- PORLÁN, R. y otros. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, 23-38.
- PORLÁN, R. y MARTÍN DEL POZO, R. (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. *Alambique*, 8, 23-32.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 155-171.

SUMMARY

This article tries to describe, analyze and value the preservice training program that is developed with the future teachers of Primary Education in relation with the educational contents. Particularity in relation with the chemical changes included in the official curriculum (6-12 years) within the studies about the materials and its properties.

RÉSUMÉ

Ce travail prétend décrire, analyser et valorer notre cours de formation initiale pour les futurs enseignants d'Éducation Primaire, en ce qui concerne les programmes de ce niveau. Plus particulièrement, ce qui touche les changements chimiques qui figurent dans le curriculum officiel pour les élèves de 6 à 12 ans, dans le cadre de l'étude de la matière et ses propriétés.