

En este artículo se describe una experiencia de formación inicial en el contexto de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica II (Química) de 2º curso de la titulación de Maestro de Educación Primaria. A partir de los datos del diario de clase, se relatan las actividades realizadas para tratar lo que saben (y deberían saber) los futuros maestros acerca del comportamiento de los materiales. Asimismo se analizan sus concepciones a lo largo del proceso formativo y se pone manifiesto su posible evolución.

Una experiencia de formación inicial
sobre el comportamiento de los materiales:
relato y análisis de las concepciones
de los futuros maestros*

pp. 29-43

Rosa Martín del Pozo**

Universidad Complutense de Madrid

Introducción

En el monográfico nº 35 de *Investigación en la Escuela* sobre la formación inicial del profesorado, presentamos la propuesta formativa que desarrollamos en el contexto habitual de la asignatura *Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica II (Química)*, de 2º curso de la titulación de Maestro de Educación Primaria (4 créditos). Como ya se indicaba, dicha propuesta está encaminada a “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” (Martín del Pozo, 1998, p. 22).

En el trabajo que entonces presentamos, hacíamos una descripción y análisis general de la secuencia de actividades formativas que realizábamos sobre los diferentes problemas profesionales planteados en torno a la enseñanza de la composición y comportamiento de los materiales en la Educación Primaria. Nuestro interés se centra ahora en “acercar un poco más la lupa” sobre el desarrollo de dicho programa formativo y, de entre todos los posibles análisis, centrarnos en las concepciones de los futuros maestros y en su posible evolución, dado que el tratamiento didáctico de sus ideas es una constante en el proceso de formación-aprendizaje profesional. Más concretamente, nos proponemos dar cuenta de un ciclo de actividades acerca de lo que los futuros maestros saben y deberían saber sobre la diferenciación entre cambio físico-cambio químico, a través de un primer

* Esta publicación es resultado parcial del Proyecto PB97-0737 financiado por la CICYT.

** Miembro del grupo DIE de la RED-IRES (Investigación y Renovación Escolar).c/ Rector Royo Villanova s/n. 28040 Madrid. rmartin@eucmos.sim.ucm.es

interrogante: *¿Qué puede suceder al poner en contacto dos sustancias?* Para ello, en primer lugar describiremos el contexto formativo concreto en el que se inserta este caso, a continuación, relataremos cada una de las actividades desarrolladas y analizaremos las concepciones detectadas, para, finalmente, preguntarnos en qué medida observamos una evolución en sus concepciones, mediante dos casos representativos.

Contexto formativo en el que se desarrolla la experiencia

El programa que llevamos a cabo (Martín del Pozo, 1998) se organiza en tres ámbitos de

investigación profesional, que se corresponden con “*problemas profesionales relevantes cuyo abordaje permite la organización, construcción y desarrollo del saber docente*” (Porlán y Rivero, 1998, p. 90). En nuestro caso, dichos ámbitos se focalizan, respectivamente, en los tres componentes básicos del sistema didáctico, tal y como se muestra en la Figura 1.

El ciclo de actividades al que nos vamos a referir se localiza en el Ámbito II (*¿Qué sabemos y qué deberíamos saber sobre la composición y el comportamiento de los materiales para enseñar en la Educación Primaria?*) y, concretamente, en una unidad formativa que trata del *Estudio fenomenológico de los conceptos químicos implicados en el currículo de Educación Primaria*.

30

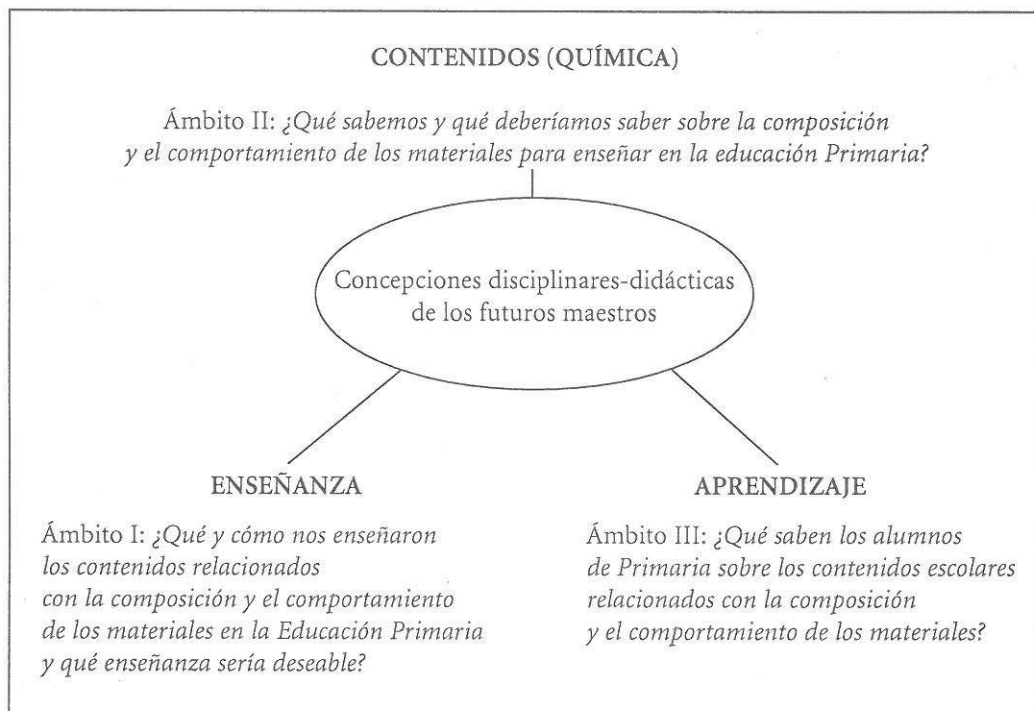


Figura 1. Ámbitos de Investigación Profesional.

Esta unidad está conectada especialmente con la que trata de los mismos contenidos básicos pero desde el punto de vista explicativo de la teoría atómico-molecular, dentro de la progresión que nos muestra la evolución histórica de

estos conocimientos. La selección de los contenidos de la unidad está determinado por lo ya tratado en el Ámbito I sobre lo que se prescribe enseñar al respecto en Educación Primaria (Real Decreto 1344/1991, de 6 de septiembre):

1. Materiales: origen y propiedades

- Materiales de uso más frecuente en el entorno inmediato
- Sólidos, líquidos y gases: forma, volumen y masa
- Otras características de los materiales sólidos: textura, color, dureza y elasticidad

2. Mezclas heterogéneas y homogéneas (disoluciones). Técnicas de separación: decantación y filtración

3. Los cambios en los materiales

- Cambios físicos: fusión, solidificación, evaporación, condensación y ebullición
- Cambios químicos: las combustiones

4. Comportamiento de los materiales al paso de la luz y la electricidad y ante el calor y la humedad

Por otra parte, las concepciones disciplinares generales de los futuros maestros (conocimiento enciclopédico, fragmentario y poco diverso) manifestadas en dicho ámbito se concretan ahora para determinados conceptos básicos (sustancia, cambio físico y cambio químico). Además, lo que en esta unidad se trabaja es fundamental para que los futuros maestros estén en condiciones de analizar las ideas de los alumnos de Primaria, que se tratan en el Ámbito III (*¿Qué saben los alumnos de Primaria sobre los contenidos escolares relacionados con la composición y el comportamiento de los materiales?*), y se sientan más seguros al diseñar una unidad didáctica en la que estén implicados estos contenidos, dentro del Ámbito I (*¿Qué y cómo nos enseñaron los contenidos relacionados con la composición y el comportamiento de los materiales en la Educación Primaria y qué enseñanza sería deseable?*)

a) *Propósito de la unidad.* En esta unidad se trata fundamentalmente de poner de manifiesto las concepciones de los futuros maestros sobre los conceptos básicos implicados en la composición y comportamiento de los materiales (Prieto, Blanco y González, 2000), contrastarlas entre sí y con los datos empíricos, y reelaborarlas en un marco conceptual de nivel macroscópico.

b) *Obstáculos más habituales.* Los futuros maestros no suelen manifestar una conceptualización previa de los fenómenos en cambios físicos y químicos, sino que prima un criterio perceptivo y la dependencia del fenómeno concreto e implican una visión no interactiva de los

cambios físicos y químicos. Ello supone fijarse más en lo que cambia que en lo que se conserva e impide establecer relaciones adecuadas entre los conceptos de sustancia, elemento, compuesto y mezcla. Se trata de un obstáculo que hace referencia al tipo de razonamiento (causalidad lineal y simple) y a la influencia de la percepción en la interpretación de estos fenómenos y en la diferenciación entre ambos tipos de cambios (Llorens, 1991).

c) *Interrogantes que se abordan.* Esta unidad se organiza en torno a los dos interrogantes básicos que, como ya se trató en el Ámbito I, venían a sintetizar los contenidos relacionados con la Química que se prescriben en la Educación Primaria sobre los materiales:

– *¿De qué están hechos los materiales que forman los objetos?*

– *¿Cómo se comportan los materiales frente a otros materiales, el calor y la electricidad?*

Ahora, nos sirven para poner de manifiesto lo que saben y deberían saber los futuros maestros al respecto de estos interrogantes.

d) *Contenidos que se tratan.* Los principales contenidos que, desde un enfoque fenomenológico, se trabajan en esta unidad son:

- Propiedades características. Sustancia
- Elemento y compuesto
- Mezclas
- Técnicas de separación de los componentes de una mezcla
- Cambio químico
- Cambios de estado, dilataciones y mezclas como cambios de tipo físico.

La formulación que se considera deseable se establece a nivel macroscópico en esta unidad y las relaciones entre dichos contenidos son las que se indican en la Figura 2.

e) *Programa de actividades.* Las actividades programadas para esta unidad se suelen realizar en unas ocho sesiones de hora y media. Las ac-

tividades se han organizado en torno a los dos interrogantes mencionados dado que en educación Primaria se pretende que los alumnos construyan una primera respuesta a los mismos. Sobre los conceptos de sustancia, elemento, compuesto y mezcla se plantean actividades para detectar y poner en común las respuestas

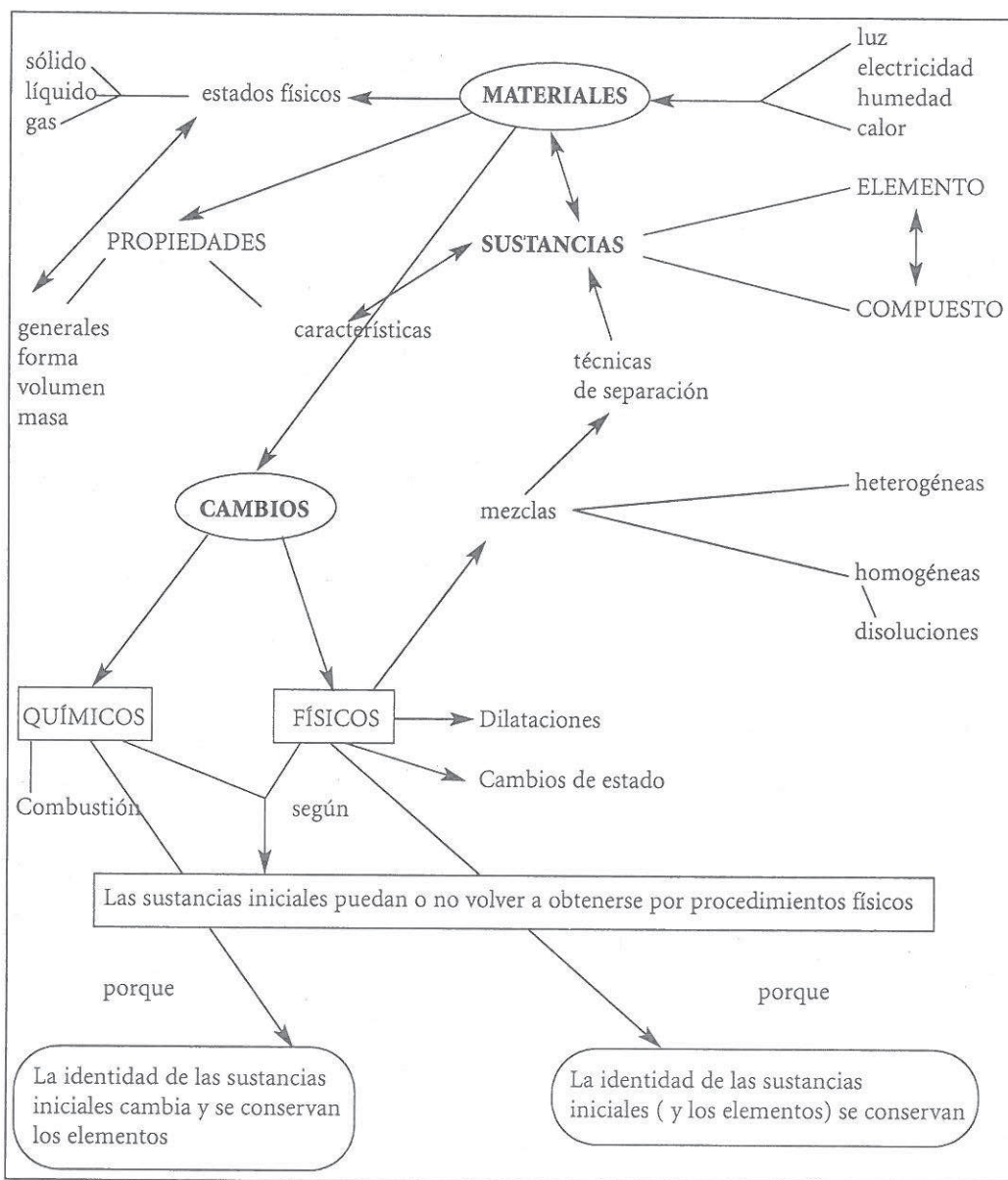


Figura 2. Esquema conceptual a nivel macroscópico sobre la composición y comportamiento de los materiales para los futuros maestros de Educación Primaria.

de los futuros maestros y para contrastarlas con el nivel macroscópico que, como ya hemos indicado, se considera deseable.

Sobre los cambios físicos y químicos, se incluyen, además, actividades realizadas en el laboratorio para tomar datos de las experiencias que se llevan a cabo (Martín y Martín, 1986), interpretarlas y, finalmente, discutir las en profundidad en función del esquema conceptual de nivel macroscópico (Figura 2). Las actividades que se realizan a lo largo de esta unidad, junto con los interrogantes concretos y la documentación que se proporciona a los futuros maestros se resumen en la Figura 3.

Descripción de la experiencia

El relato y el análisis de la secuencia de actividades que presentamos a continuación es una versión depurada del *diario de clase* en el que registramos dos aspectos: uno más académico (secuencia de tareas y concepciones y obstáculos más frecuentes) y otro más psicosocial (sobre el ambiente y la dinámica de la clase). Como ya hemos indicado, sólo haremos mención a aquellas actividades que se refieren específicamente al ciclo seleccionado para tratar el interrogante: *¿Qué puede suceder al poner en contacto dos sustancias?* (Actividades nº 2, 3, 4, 7, 8 y 10) (ver Figura 4).

<p>ÁMBITO II: ¿Qué sabemos y qué deberíamos saber sobre la composición y el comportamiento de los materiales para enseñar en educación Primaria?</p> <p>Estudio fenomenológico de los conceptos químicos implicados en el currículo de educación Primaria</p>		
ACTIVIDADES	INTERROGANTES CONTENIDOS	DOCUMENTACIÓN
1. Clasificación de los materiales según su composición y definición de los conceptos implicados	<p><i>¿De qué están hechos los materiales que forman los objetos?</i></p> <p>Sustancia. Propiedad característica. Elemento. Compuesto. Mezcla</p>	<p>1.A. Clasificación de un conjunto de materiales</p> <p>1.B Esquema conceptual sobre la composición de los materiales</p> <p>1.C. Resumen traducido del artículo de Vogelezang (1987) sobre el concepto de sustancia</p>
2. Predicción del comportamiento de los materiales	<p><i>¿Cómo se comportan los materiales frente a otros materiales, el calor y la electricidad?</i></p> <p>Cambio físico y Cambio químico</p>	2.A. Guión sobre el comportamiento de los materiales
3. Realización en el laboratorio de experiencias sobre lo que puede suceder al poner en contacto dos sustancias	<p><i>¿Qué puede ocurrir al poner dos sustancias en contacto?</i></p> <p>Cambio físico (mezclas) Cambio químico</p>	<p>3.A. Orientaciones para el trabajo en el laboratorio.</p> <p>3.B. Guión de laboratorio para trabajar sobre <i>¿Qué puede ocurrir al poner dos sustancias en contacto?</i></p>
4. Realización en el laboratorio de técnicas de separación de las sustancias que se han puesto en contacto	<p><i>¿Podemos obtener de nuevo las sustancias que hemos puesto en contacto?</i></p> <p>Técnicas de separación (filtración, decantación, destilación, evaporación, cristalización)</p>	<p>4.A. Guión de laboratorio para trabajar sobre <i>¿Podemos obtener de nuevo las sustancias que hemos puesto en contacto?</i></p> <p>4.B. Técnicas de separación de los componentes de una mezcla (Grup Recerca Faraday, 1988)</p>

53

Viene de la página anterior

34

ACTIVIDADES	INTERROGANTES CONTENIDOS	DOCUMENTACIÓN
5. Realización en el laboratorio de experiencias sobre lo que puede suceder al calentar una sustancia	¿Qué puede ocurrir al calentar una sustancia? Cambio físico (cambios de estado, dilataciones) Cambio químico (combustión, termolisis)	5.A. Guión de laboratorio para trabajar sobre ¿Qué puede ocurrir al calentar una sustancia?
6. Realización en el laboratorio de experiencias sobre lo que puede suceder a una sustancia al contacto con la corriente eléctrica	¿Qué puede sucederle a una sustancia al contacto con la corriente eléctrica? Cambio físico (conductores) Cambio químico (electrólisis)	6.A. Guión de laboratorio para trabajar sobre ¿Qué puede sucederle a una sustancia al contacto con la corriente eléctrica?
7. Reformulación de las predicciones sobre el comportamiento de los materiales	¿Cómo se comportan los materiales frente a otros materiales, al calor y la electricidad? Cambio físico y Cambio químico	7.A. Guión para reformular las predicciones iniciales sobre el comportamiento de los materiales
8. Discusión de las experiencias de laboratorio como cambios físicos o químicos	¿Cómo se comportan los materiales frente a otros materiales, al calor y la electricidad? Cambio físico y Cambio químico	8.A. Esquema conceptual sobre el comportamiento de los materiales
9. Exposición dialogada sobre la conservación de la masa en los cambios	¿Permanece invariable la masa en los cambios? Leyes ponderales y volumétricas	9.A. Cuestionario sobre las relaciones de masa y volumen en los cambios químicos
10. Recapitulación y evaluación sobre la composición y comportamiento de los materiales	Todos los interrogantes y contenidos de la unidad	10.A. Trama conceptual a nivel macroscópico 3.10.B. Cuestionario para la evaluación de la Unidad 3

Figura 3. Actividades para el estudio fenomenológico de los conceptos químicos implicados en el currículo de Educación Primaria.

Actividad 2. Predicción del comportamiento de los materiales

Relato

1. Recapitulo y justifico las actividades que se van a realizar en lo sucesivo (contrastar sus predicciones con las experiencias de laboratorio y sus interpretaciones de las mismas) Hago especial hincapié en que seguimos planteándonos (al igual que hicimos sobre la composición de los materiales) qué sabemos cada uno de nosotros sobre estos contenidos que se enseñan

en Primaria, ahora sobre el comportamiento de los materiales.

2. Individualmente, cumplimentan el guión del Documento 1 (ver anexo).

3. Los 15 grupos de laboratorio (de 4 personas) discuten sus predicciones individuales y elaboran una común. Mi tarea con los grupos es lograr que se cuenten lo que ha previsto cada uno, lo discutan y lleguen a un consenso (o no). Los pocos conflictos que existen los resuelven añadiendo más posibilidades, aunque estén incluidas en otras (por ejemplo, "que formen un

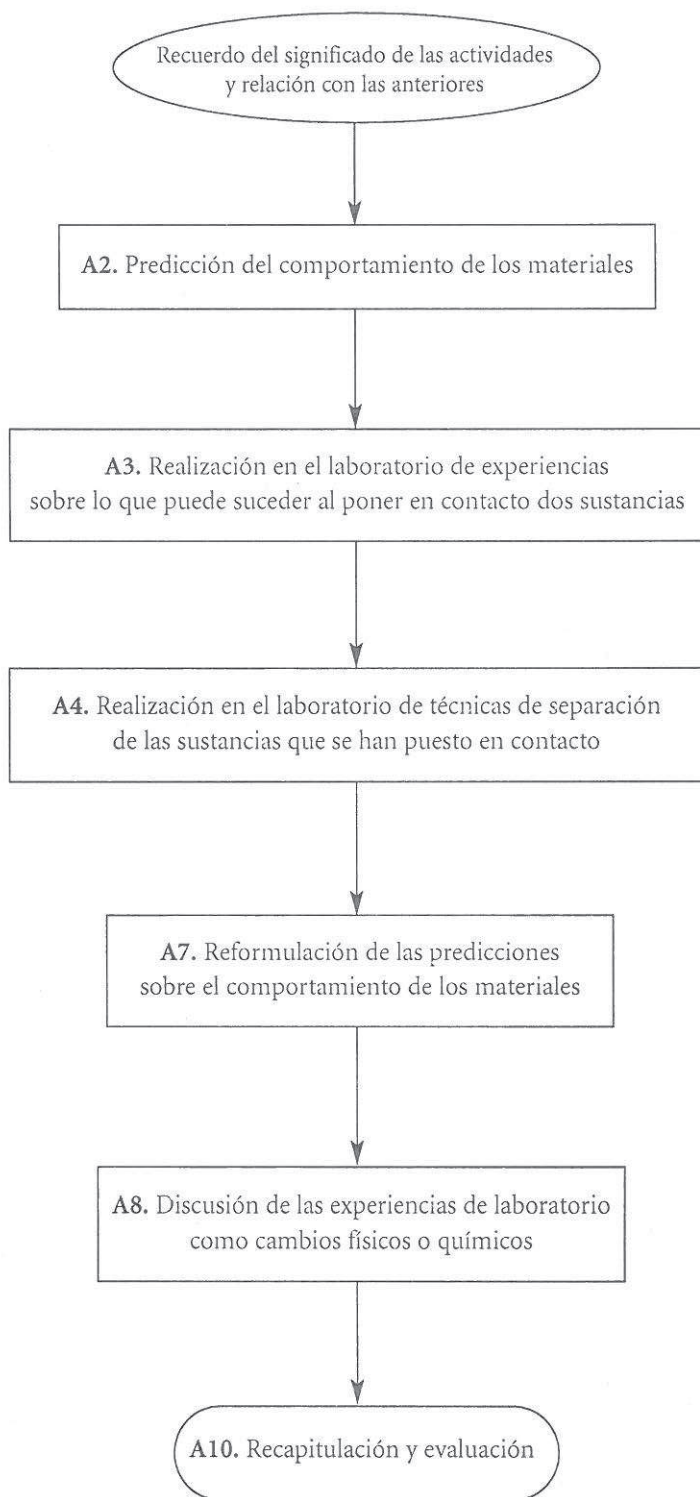


Figura 4. Ciclo de actividades.

compuesto y que uno de ellos se oxide” serían casos particulares de cambios químicos y los proponen como diferentes). Recojo lo elaborado en la sesión.

4. Finalmente, doy orientaciones generales acerca de cómo proceder para trabajar en el laboratorio y les entrego un Documento general sobre el trabajo en el laboratorio para que aquellos que nunca han realizado este tipo de actividades, puedan tener un referente escrito. De todas formas habrá que prestarles especial atención.

Análisis de las concepciones

Las producciones de los grupos ponen de manifiesto que al poner en contacto dos sustancias puede ocurrir que: se mezclen, se disuelvan, cambien de color, formen un compuesto, reaccionen, se atraigan, se repelan, formen una mezcla homogénea, formen una mezcla heterogénea. En general, son propuestas basadas en la percepción y recuerdo de experiencias y no en un esquema conceptual de cambio físico-cambio químico. Algunas propuestas elaboradas por diferentes grupos son:

¿Qué puede suceder al poner en contacto dos sustancias?:

- *Que formen un compuesto (NaCl)*
- *Que uno de ellos se oxide (Oxígeno y Hierro)*
- *Mezcla homogénea (azúcar y sal)*
- *Mezcla heterogénea (canela y sal)*
- *Se puede formar una mezcla (aire)*
- *Se pueden transformar en dos sustancias distintas (ácido + base \rightarrow sal + agua)*
- *Que se mezcle (café y leche)*
- *Que cambie de color (agua y pigmento)*
- *Que aumente de temperatura (sosa y aceite)*
- *Que se repelan (polos positivos de dos imanes)*
- *Que se atraigan (un imán y un trozo de hierro)*
- *Que reaccionen (vinagre y bicarbonato)*

Dinámica

Como siempre, últimamente, cada vez cuesta más centrar la atención para ponerse a trabajar en grupo, pero finalmente lo hacen. Sigue el buen ambiente, parece que están ya acostum-

brados al tipo de dinámica que se establece en la clase. Me da la impresión de que, en general, se enteran del sentido de esta actividad previa a las sesiones del laboratorio.

Actividad 3. Realización en el laboratorio de experiencias sobre lo que puede suceder al poner en contacto dos sustancias

Relato

1. Recuerdo brevemente lo que hay que hacer en esta primera sesión de laboratorio: tomar datos del estado inicial, poner en contacto los pares de sustancias seleccionados, tomar datos del estado final e interpretar lo ocurrido a nivel macroscópico, sin ninguna hipótesis sobre la estructura de la materia.

Hay que asesorar a los grupos que no tienen experiencia previa, por ejemplo, para facilitar la puesta en contacto de dos sustancias y cumplir las normas de orden y limpieza.

2. Los grupos realizan las experiencias seleccionadas a partir del material que tienen en su mesa (ver Documento 2 en anexo).

Toman datos del estado inicial y final. Proponen una interpretación de lo observado.

Su interés es saber si lo que interpretan está bien o mal. Algunos grupos manifiestan que no saben explicar lo que ha ocurrido y entonces hay que “tirarles de la lengua”.

Análisis de las concepciones

No tenía previsto que a muchos grupos les costara diferenciar entre la observación (a partir de lo que se ve y se huele) y la interpretación de lo percibido. Por ejemplo, la descripción del estado final al poner en contacto el agua y el sulfato de cobre es: “una disolución”, o “se disuelve en agua”. Por ello a la hora de interpretar no saben qué decir a nivel macroscópico.

Dinámica

Cambio de escenario, estamos en el laboratorio y para ellos siempre es mejor que estar en clase. Muchos tienen las mismas reacciones que

los alumnos de Primaria ante fenómenos espectaculares como los que se les proponen.

Actividad 4. Realización en el laboratorio de técnicas de separación de las sustancias que se han puesto en contacto

Relato

1. Los grupos justifican si es o no posible recuperar el estado inicial y, en caso afirmativo, proponen una forma de hacerlo, en cada uno de los casos tratados en la sesión anterior.

2. Una vez obtenido el visto bueno por mi parte, los grupos realizan las técnicas previstas (destilación y evaporación).

3. Propongo realizar otros casos para utilizar el embudo de decantación (agua y aceite), la filtración (agua y arena) y una cristalización para los grupos que voluntariamente quieran hacerlo.

4. Para completar la información sobre las técnicas de separación de los componentes de una mezcla, se les suministra un Documento informativo (Grup Recerca Faraday, 1988).

Análisis de las concepciones

Las principales dificultades conceptuales aparecen en el caso de las disoluciones: “como no se ven sus componentes, no se pueden separar”. Es fundamental haber tenido experiencias previas para, a partir de ahí, poder entender en qué se fundamenta cada técnica de separación.

Dinámica

Las interacciones con los grupos de trabajo en el laboratorio son constantes y en el mismo sentido que en la actividad anterior. Hay que ayudar a los grupos más novatos a hacer los montajes para destilar y filtrar.

Actividad 7. Reformulación de las predicciones sobre el comportamiento de los materiales

Relato

1. Vuelvo a recordar lo realizado hasta ahora y el sentido de esta actividad: contrastar sus

predicciones antes de ir al laboratorio con lo que las experiencias realizadas les hayan podido aportar. “Aprovecho la ocasión para retar” su idea de que para aprender ciencias basta con realizar experiencias en el laboratorio. Veremos en la siguiente actividad lo que han logrado aprender sólo con las actividades de laboratorio (la comparación entre sus interpretaciones antes y después de ir puede ser un indicador).

2. Individualmente y luego cada grupo, reformula y comenta sus predicciones iniciales sobre el comportamiento de los materiales

Análisis de las concepciones

En todos los grupos se detecta una evolución, pero no en la misma medida. El hecho de haber realizado las experiencias con las mismas ideas del principio sólo ha permitido, en la mayor parte de los grupos, añadir nuevos casos a sus previsiones iniciales, pero sin apenas modificar el tipo de conceptualización (todavía no aparece mayoritariamente la diferenciación entre cambios físicos y químicos) Además, se suelen olvidar de sus ejemplos y después de ir al laboratorio sólo señalan los allí realizados. Detecto cómo muchos grupos confunden el indicador que podemos utilizar para “sospechar” que se ha producido una sustancia diferente de las que había en el estado inicial (cambio de color o aparición de un gas) con fenómenos diferentes que pueden ocurrir, como consecuencia de la “impresionante influencia de lo perceptivo” Habrá que tenerlo muy en cuenta para la sesión de discusión de las experiencias. Un ejemplo representativo de lo que acabamos de señalar es el caso siguiente:

¿Qué puede suceder al poner en contacto dos sustancias?

Antes y después de ir al laboratorio:

- Que se mezcle (café y leche)
- Que cambie de color (agua y pigmento)
- Que aumente de temperatura (sosa y aceite)
- Que se mezcle de forma homogénea (yoduro potásico y nitrato de plomo)
- Que se mezcle de forma heterogénea (azufre con hierro)

- Que se disuelva (zinc en ácido clorhídrico)
- Que aumente la temperatura (ácido nítrico y cobre)
- Que cambie de color (ácido nítrico y cobre)
- Que se desprenda un gas (ácido clorhídrico y zinc)

Dinámica

Para ellos “ya se acabó lo bueno” y no parece que le den mucha importancia a esta actividad, a pesar de mis “retos”. Según voy viendo lo que los grupos reformulan, se constata lo difícil que es cambiar de idea.

Actividad 8. Discusión de las experiencias de laboratorio como cambios físicos o químicos

Relato

1. Exposición dialogada sobre cada una de las experiencias realizadas.

En primer lugar, pongo de manifiesto el nivel macroscópico al que se van a interpretar las experiencias observadas, en función del criterio de cambio/conservación de la identidad del estado inicial, tomando como indicadores principales de la presencia de nuevas sustancias el cambio de color y el desprendimiento de un gas. Aclaro que, en la siguiente unidad, se tratará de dar una interpretación a nivel atómico-molecular de estos fenómenos.

Cada una de las experiencias realizadas se va discutiendo con el siguiente guión:

- Problemas en las interpretaciones alternativas detectadas en los grupos o, en algunos casos, las que se detectan en los alumnos de Primaria.
- Aplicación del esquema conceptual a nivel macroscópico.
- Discusión.

Es interesante señalar que suelen preguntar: ¿qué sustancia se obtiene? o ¿cómo se llama el gas? Ello nos da la oportunidad de referirnos al siguiente nivel de complejidad (atómico-molecular) para poder contestar a esas preguntas. Así, también pueden apreciar las limitaciones que tiene este nivel de formulación.

Análisis de las concepciones

Se detectan diferentes concepciones acerca de los cambios físicos y químicos que, aunque dependen del fenómeno concreto del que se trate, implican, en la mayoría de los casos, una visión no interactiva de los cambios químicos.

Las principales dificultades de los estudiantes aparecen cuando interviene el estado gaseoso (en dos de las experiencias planteadas: ácido clorhídrico y zinc; ácido nítrico y cobre) y en el caso de las disoluciones (por ejemplo la de agua y sulfato de cobre) que se interpretan como cambios químicos. Las mezclas heterogéneas (hierro y azufre) siguen siendo, igual que para los alumnos de Primaria, las que menos dificultades les plantea, si bien, su interpretación es que “no pasa nada”. No obstante, no utilizan un criterio (cambio o conservación de la identidad de las sustancias, por ejemplo) para interpretar los fenómenos propuestos.

Dinámica

La discusión de las interpretaciones de los grupos de trabajo sobre las experiencias realizadas en el laboratorio es una de las actividades más interesantes y más participativas del curso. El hecho de haber realizado las experiencias, haber tomado datos y haber tenido que ofrecer una explicación a lo que ocurría, les sitúa en condiciones de poder “defender” sus planteamientos y así participar activamente.

Actividad 10. Recapitulación y evaluación sobre la composición y comportamiento de los materiales

Relato

1. Como resumen de todas estas interpretaciones se comenta con todo el grupo clase un esquema conceptual (Figura 2) y una trama conceptual a nivel fenomenológico (con enunciados intermedios y nociones constitutivas, entregados con la documentación del curso) (Martín del Pozo, 1994).

2. Con toda esa información se les pide a los grupos que comparen de nuevo lo realizado en las actividades 2 y 7 (sus predicciones). Como en

el caso de actividad 7, no parece que concedan mucha importancia a este tipo de actividades, más aún si ya tienen un esquema “correcto”. Ese es su punto de referencia, en lugar de sus propias ideas. Este tipo de actividades más de reflexión sobre lo aprendido habría que replantearlas. Por ejemplo, “obligándoles” a comparar, mediante un cuadro en el que tengan que recoger sus propuestas a lo largo del tiempo y completar semejanzas y diferencias... También podría utilizarse como actividad de evaluación y tratar más en profundidad su capacidad para realizar ese análisis y los obstáculos que presenta.

3. Individualmente cumplimentan la cuestión planteada como un caso a nivel de Primaria (ver Documento 3 en anexo). Hay que tener en cuenta que esta cuestión contribuye a la evaluación y, por tanto, a la calificación de la asignatura.

Análisis de las concepciones

La tendencia mayoritaria es ahora contemplar los fenómenos como cambios físicos y químicos, con un criterio esencialmente operativo para diferenciarlos y con la particularidad de que se han encajado las ideas de los alumnos en el esquema que se considera deseable para la Educación Primaria. No obstante, algunos incluyen los cambios de estado entre los posibles fenómenos que pueden ocurrir al poner en contacto dos sustancias, debido probablemente a la aparición de burbujas, que se asocia a la ebullición.

Dinámica

El hecho de tener el esquema actúa como “relajante” para muchos, más aún si tienen que aplicar lo que hayan aprendido para resolver una situación de enseñanza-aprendizaje en Primaria, en la que están implicados los conceptos tratados, y, además se tiene en cuenta para la evaluación.

¿Evolucionan las concepciones?

Dado que ya hemos hecho referencia a las concepciones de los futuros maestros en general, pensamos que puede ser de interés analizar

dos casos individuales: uno que obtuvo calificación final de sobresaliente (estudiante 1) y otro de suspenso (estudiante 2). Para ello vamos a recopilar las producciones de estos dos estudiantes de Magisterio en las cuatro situaciones de recogida de información:

- antes de ir al laboratorio (sus predicciones) (actividad 2);
- en el laboratorio (sus interpretaciones de los fenómenos) (actividad 3);
- después de ir al laboratorio (sus modificaciones de las predicciones iniciales) (actividad 7);
- y el la tarea de aplicación (después de haber discutido el esquema conceptual de nivel macroscópico) (actividad 10).

Como podemos apreciar en la Figura 5, hay una evolución en las concepciones de los estudiantes sobre este interrogante:

a) Al estudiante 1, ir al laboratorio parece que le ha servido para incluir la posibilidad de que las sustancias reaccionen a las dos ya apuntadas con anterioridad, pero su paso por el laboratorio no le sirve para interpretar adecuadamente la reacción del clorhídrico con el zinc (lo sigue identificando con una disolución). Sólo después de las sesiones de discusión, parece haberse acercado al esquema deseable, si bien, sin utilizar el criterio del cambio o no cambio de identidad de las sustancias para diferenciar unos fenómenos de otros. En su lugar, utiliza el criterio operativo trabajado especialmente en la actividad 4 (técnicas de separación).

b) Al estudiante 2, ir al laboratorio le ha servido para aumentar el número de posibilidades de lo que puede ocurrir al poner dos sustancias en contacto, pero sin incluir claramente los cambios químicos. Después, sigue con los mismos planteamientos y sólo al final incluye los cambios químicos; pero sin plantear ningún criterio que los diferencie de los físicos.

Algunas conclusiones

1. En general, podemos decir que los futuros maestros suelen valorar muy positivamente el trabajo realizado en esta unidad dado que se desarrolla, en parte, en el laboratorio. Es más,

	ANTES DEL LABORATORIO	EN EL LABORATORIO	DESPUÉS DEL LABORATORIO	TAREA DE APLICACIÓN
E S T U D I A N T E 1	<ul style="list-style-type: none"> * Que se disuelva (agua con azúcar) * Que no se disuelva (agua y aceite) 	<ul style="list-style-type: none"> * Reaccionan (yoduro potásico y nitrato de plomo; ácido nítrico y cobre, agua y sodio) * No se mezclan (agua y alcohol) * Mezcla heterogénea (hierro y azufre) * Se disuelven (agua y sulfato de cobre; ácido clorhídrico y zinc) 	<ul style="list-style-type: none"> * Que reaccionen (Yoduro potásico y nitrato de plomo; Ácido nítrico y cobre) * Que no reaccionen (Hierro y Azufre) * Que se disuelvan (Agua y sulfato de cobre; Ácido clorhídrico y zinc) 	<ul style="list-style-type: none"> * Cambios físicos: <ul style="list-style-type: none"> - Mezcla homogénea (que se disuelvan). Experiencias: agua y azúcar o agua y alcohol - Mezcla heterogénea (que no pase nada). Experiencias: agua y aceite o hierro con sal * Cambio químico (que arda, que salgan burbujas, que cambie de color). Experiencias: ácido nítrico con cobre o quemar un papel <p>CRITERIO: si se puede o no volver al estado inicial por procedimientos físicos</p>
E S T U D I A N T E 2	<ul style="list-style-type: none"> * Que se unan * Que se mezclen (agua y aceite) 	<ul style="list-style-type: none"> * Cambian de color (yoduro potásico y acetato de plomo) * Mezcla heterogénea (hierro y azufre) * Se disuelve (agua con alcohol; agua con sulfato de cobre; agua con sodio; cobre en ácido nítrico; zinc en ácido clorhídrico) 	<ul style="list-style-type: none"> * Cambios de color (Yoduro potásico y Nitrato de plomo) * Cambios de apariencia (sólido + líquido = disolución) * Mezcla heterogénea (Hierro y Azufre) * Que se formen disoluciones (Ácido nítrico y cobre) 	<ul style="list-style-type: none"> * Cambios físicos: <ul style="list-style-type: none"> - Mezclas homogéneas (que se disuelvan). Experiencias: agua y azúcar o agua con sal o agua con sulfato de cobre o agua con alcohol - Mezcla heterogénea Experiencias: agua y aceite o azufre con hierro - Cambio de estado (que se disuelvan, que salgan burbujas). Experiencias: naftalina o hierro al dilatarse * Cambios químicos: (cambio de color, que salgan burbujas) Experiencias: yoduro potásico y acetato de plomo o agua y sodio * Ningún cambio, ni físico ni químico (que no pase nada) <p>CRITERIO: No se explicita ningún criterio para diferenciar unos cambios de otros. Sólo se indica que podemos utilizar dos indicadores de la formación de nuevas sustancias (cambio de color, aparición de un gas)</p>

Figura 5. Dos casos de evolución de concepciones.

en sus sugerencias de modificación de lo realizado durante el curso en esta asignatura, proponen “dedicar más tiempo a las actividades en el laboratorio”. Ciertamente es una mezcla de “fascinación” y de gusto por el cambio de rutina, que hace que este tipo de actividades goce de todos sus beneplácitos. Pero, es importante señalar que en torno a la mitad del grupo de clase no ha realizado ninguna actividad de laboratorio relacionada con la Química durante su escolaridad. El resto ha seguido los típicos guiones de prácticas en los que se dice todo lo que hay que hacer y cómo hacerlo. Prácticamente ningún estudiante recuerda haber seguido una secuencia: *predecir* ⇒ *observar* ⇒ *interpretar* ⇒ *discutir* (*contrastar con un esquema conceptual*) ⇒ *aplicar*; secuencia que nosotros utilizamos en este caso (Hodson, 1994). Este tipo de utilización didáctica de las actividades de laboratorio permite concretar y conectar dos ideas clave en relación al cómo enseñar ciencias: considerar las ideas de los alumnos y realizar actividades prácticas. Pretendemos que los futuros maestros aprenden aquí en isomorfia con la enseñanza que sería deseable con los alumnos de educación Primaria.

2. Desde el punto de vista de las evolución de las concepciones de los futuros maestros, en este caso concreto, tenemos que decir que sólo

en torno al 60% han avanzado cualitativamente en sus planteamientos con respecto a la enseñanza de estos contenidos escolares, especialmente, la idea de trabajar con las ideas de los alumnos de Primaria. De todas formas, hoy por hoy tenemos algunas evidencias de cómo todo ello lo aplican al diseño de unidades didácticas y los obstáculos que aparecen, pero no sabemos cómo puede asentarse en su, por otra parte, poco probable futura práctica.

3. Desde nuestro punto de vista, los aspectos que este programa de formación inicial en su conjunto debe abordar son, entre otros posibles:

a) La integración de conocimientos. Fundamentalmente, se ha intentado integrar Didáctica y Química, pero habría que trabajar también en la línea de una “didáctica del medio” que atienda más globalmente a los contenidos escolares, no reservando tal asunto sólo al diseño de una unidad didáctica al final del programa.

b) Utilizar casos reales de Educación Primaria. No sólo incluir producciones de alumnos, sino procesos de enseñanza-aprendizaje seleccionados como ejemplificación de diferentes modelos didácticos sobre la enseñanza de estos contenidos.

c) Utilizar la información disponible en Internet (por ejemplo, sobre ciencia para niños) para la formación de los futuros maestros.

ANEXO

Documento 1

Guión sobre el comportamiento de los materiales

Antes de realizar en el laboratorio experiencias para estudiar el comportamiento de los materiales, se trata de que, primero individualmente y después en tu grupo de trabajo, puedas predecir tal comportamiento en función de tus conocimientos y experiencias. Para ello trata de contestar de forma precisa a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué puede ocurrir al poner dos sustancias en contacto? Ejemplos
- ¿Qué puede ocurrir al poner una sustancia en contacto con el agua? Ejemplos
- ¿Qué puede suceder al calentar una sustancia? Ejemplos
- ¿Qué puede sucederle a una sustancia en contacto con la corriente eléctrica? Ejemplos

Documento 2

Guión de laboratorio para trabajar sobre *¿Qué puede ocurrir al poner dos sustancias en contacto?*

SUSTANCIAS	ESTADO INICIAL	ESTADO FINAL	INTERPRETACIÓN
Yoduro potásico Nitrato de plomo			
Agua Alcohol (etanol)			
Azufre Hierro			
Ácido clorhídrico Zinc			
Agua Sulfato de cobre II			
Ácido nítrico Cobre			
Agua Sodio			

[42]

Documento 3

Cuestionario para la evaluación de la unidad 3.

Después de observar y clasificar diferentes sustancias, un profesor pregunta a un grupo de alumnos/as de 12 años: *¿qué puede ocurrir al poner dos sustancias en contacto?* Las posibilidades apuntadas por el grupo de alumnos/as son: que arda, que no pase nada, que cambie de color, que se disuelvan y que salgan burbujas

- ¿A qué esquema conceptual pretenderías que llegasen?
- ¿Cómo incluirías sus propuestas en dicho esquema?
- ¿Qué experiencias más representativas les propondrías realizar?

REFERENCIAS

- GRUP RECERCA FARADAY (1988). *Química*. Barcelona: Teide.
- HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- LLORENS, J.A. (1991). *Comenzando a aprender Química. Ideas para el desarrollo curricular*. Madrid: Visor-Aprendizaje.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1994). *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 inédita. Universidad de Sevilla.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1998). La formación inicial de maestros sobre los contenidos escolares. El caso del cambio químico. *Investigación en la Escuela*, 35, 21-32.
- MARTÍN, M.T. y MARTÍN, M. (1986). *Trabajos experimentales en una clase de química de nivel elemental*. Guía del profesor. Salamanca: Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Salamanca.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa para el área de ciencias. Sevilla: Díada Editora.
- PRIETO, T; BLANCO, A. y GONZÁLEZ, F. (2000). *La materia y los materiales*. Madrid: Síntesis.

SUMMARY

In this paper we describe an experience concerning the initial training of the teachers of Primary Education in the context of Natural Science and its Education II (Chemistry). From data daily recorded at the classroom, we analyse the activities focused in getting a depth insight over the knowledge of the future teachers about the material behaviour. Also, their conceptions along the training process are analysed in order to point out their evolution.

RÉSUMÉ

Cet article décrit une expérience de formation initiale dans un cours intitulé "Sciences de la Nature et leur didactique II (Chimie)", destiné aux étudiants de Deuxième Année du Diplôme de Maître d'Éducation Primaire. À partir des données du journal de classe, nous relevons les activités réalisées pour connaître ce que savent (et devraient savoir) les futurs maîtres sur le comportement des matériaux. De même, nous analysons leurs représentations tout au long du processus de formation et nous mettons en évidence leur possible évolution.