

¿QUÉ HACER EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS DE SECUNDARIA?

Jaime Carrascosa Alís¹, Joaquín Martínez Torregrosa², Carles Furió Más³ y Jenaro Guisasola Aranzábal⁴

¹IES "Cid Campeador". Valencia. Jaime.Carrascosa@uv.es; ² Universidad de Alicante. Joaquin.Martinez@ua.es; Universidad de Valencia. Carles.Furio@uv.es; ⁴ Universidad del País Vasco. wupguarj@sp.ehu.es

[Recibido en Noviembre de 2007, aceptado en Febrero de 2008]

RESUMEN (Inglés)

La publicación del acuerdo del Consejo de Ministros, por el que se regula el plan de estudios en España para la futura formación inicial del profesorado de secundaria (ved BOE de 21 y 29 de diciembre de 2007), abre nuevas expectativas en un campo hasta ahora muy descuidado, pero esencial para poder mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en ese nivel educativo. En este trabajo, tras analizar diversos problemas del modelo de formación que se ha venido desarrollando hasta ahora, se consideran algunos criterios que deberían orientar la formación inicial del profesorado de física y química de educación secundaria y se proponen unos posibles contenidos a contemplar dentro del bloque específico del plan de estudios correspondiente.

Palabras clave: *Didáctica de las ciencias; formación inicial del profesorado de secundaria.*

INTRODUCCIÓN

Algunos autores afirman que ha sido mucha la investigación que se ha realizado en torno a las ideas del profesorado sobre contenidos científicos, la naturaleza de la ciencia o cómo enseñar, pero que, en cambio, se ha dedicado muy poco esfuerzo a discutir qué contenidos hay que tratar en la formación del profesorado de ciencias, qué estrategias conviene usar en ese proceso y cómo evaluar en ese contexto (Oliva, 2005). En este trabajo se intenta contribuir a esa necesaria discusión, planteando una propuesta sobre la formación didáctica inicial de los profesores de física y química de secundaria.

La formación docente inicial del profesorado de secundaria se viene realizando en nuestro país, desde hace ya mucho tiempo, mediante el Curso de Aptitud Pedagógica (CAP); el cual, en general, adolece de una serie de limitaciones y carencias que lo sitúan muy lejos de una formación mínimamente aceptable. Así, podemos encontrar situaciones en las que:

- La parte de didáctica específica de la materia a enseñar, al menos en algunas comunidades, no supera las 30 horas presenciales.
- Los asistentes comienzan las prácticas casi al mismo tiempo que la didáctica específica, de modo que llegan a las aulas sin saber qué hacer ni a qué aspectos prestar atención. Con ello se impide la necesaria integración que ha de existir entre la didáctica específica y la práctica docente.
- Los requisitos para cursar el CAP pueden ser muy distintos de unas comunidades a otras. Así, por ejemplo, mientras en unas hay que ser ya licenciado, en otras puede hacerse estando matriculado en el último curso de la licenciatura.
- Prácticamente cualquier profesor en activo puede ejercer labores de tutoría, durante la fase de prácticas del CAP, independientemente de la calidad de su desempeño docente.

Desde que se promulgó la LOGSE a principios de los 90, han tenido que pasar 17 años para que finalmente se regulen los nuevos estudios que deberían sustituir al CAP. Un tiempo excesivo considerando que, si realmente se desea mejorar la enseñanza secundaria, es necesaria una formación inicial adecuada del profesorado que habrá de impartirla. (Copello y Sanmartí, 2001).

ALGUNOS CRITERIOS A TENER EN CUENTA EN LA FORMACIÓN INICIAL

El desarrollo concreto del nuevo plan de estudios para la formación inicial del profesorado de secundaria corresponderá a las universidades y será un Máster de una duración de 60 créditos ECTS. En el plan de estudios hay (entre otros) un bloque específico (complementos para la formación disciplinar, aprendizaje y enseñanza de las materias correspondientes, innovación docente e iniciación a la investigación educativa) y un bloque prácticum. En ambos, habrá que considerar qué conocimientos serán los más útiles para ayudar al profesor a enfrentarse con los problemas de enseñanza y aprendizaje propios de los contenidos científicos de su área o materia, y en tal caso, conviene que las decisiones que se tomen en cada campo sean coherentes con las aportaciones más relevantes de la didáctica correspondiente.

En lo que respecta a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en secundaria, existe un elevado consenso, entre los investigadores en didáctica de las ciencias, acerca de la necesidad de cambiar las estrategias de enseñanza basadas en la simple transmisión-recepción de conocimientos por otras que orienten el aprendizaje como una tarea de indagación o investigación guiada que favorezca la participación activa de los estudiantes en la re-construcción de dichos conocimientos (Vilches y Gil-Pérez, 2008).

En general, enseñar bien requiere siempre que el profesor tenga unos buenos conocimientos de la materia que imparte y aunque ello, por sí solo, no sea suficiente, la falta de conocimientos supone un obstáculo muy serio a tener en cuenta.

Un conocimiento en profundidad de las materias a impartir

La falta de conocimientos científicos constituye el principal problema para que los profesores puedan desarrollar una enseñanza de calidad. El profesor que no posee conocimientos de cierta profundidad sobre la materia que enseña, es un profesor inseguro, excesivamente dócil frente a los libros de texto y, consecuentemente, con serias dificultades para introducir cualquier innovación en sus clases. Conviene insistir en este punto, ya que aunque sobre él parece darse un elevado consenso, no es menos cierto que existen propuestas que, de una u otra forma, relativizan la importancia de este conocimiento, en particular por lo que se refiere a la Educación Secundaria Obligatoria. Es necesario tener en cuenta que una formación científica seria, permite al profesor innovar, cambiar, seleccionar con acierto los contenidos a tratar, simplificar sin generar y transmitir errores graves a los alumnos, etc., y no ser un simple repetidor mecánico de los contenidos del libro de texto.

Por otra parte, es preciso llamar la atención sobre el hecho de que algo tan aparentemente claro y homogéneo como conocer el contenido de la asignatura a enseñar, implica unos conocimientos profesionales muy diversos, que van más allá de lo que se suele contemplar habitualmente en los cursos universitarios de la licenciatura (Gil, Carrascosa et al, 1991; Furió-Más, 1994), tales como:

- Tener conocimientos de la historia de las ideas científicas, útiles para contribuir a una mejor enseñanza de la asignatura. Conocer los problemas que dieron lugar a la construcción de los conocimientos científicos (sin lo cual dichos conocimientos aparecen como construcciones arbitrarias) y cómo estos llegaron a articularse en cuerpos coherentes. Conocer, en particular, los obstáculos epistemológicos (lo que constituye una ayuda imprescindible para comprender muchas de las dificultades de los alumnos).
- Conocer las estrategias metodológicas empleadas en la construcción de los conocimientos, es decir, la forma en que los científicos abordan los problemas, las características más notables de su actividad, los criterios de aceptación y validación de las teorías científicas, etc. Sin ello, no se puede transmitir a los alumnos la pasión de la ciencia como aventura del pensamiento.
- Conocer las interacciones existentes entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente, asociadas a dicha construcción, sin ignorar el papel social de las ciencias, la necesidad de toma de decisiones complejas, etc.
- Tener algún conocimiento de los desarrollos científicos y tecnológicos recientes así como de sus perspectivas futuras, para poder transmitir una visión dinámica, no cerrada, de la ciencia.
- Adquirir conocimientos de otras materias relacionadas con la(s) de la especialidad, no para impartirlos todos, sino para poder abordar problemas "puente" entre distintos campos, relacionar unos contenidos con otros, etc.
- Saber seleccionar unos contenidos adecuados, que den una visión aceptablemente correcta de la ciencia, que sean asequibles a los alumnos a los que van dirigidos y capaces de interesarles.

- Estar preparado para profundizar en los conocimientos y adquirir otros nuevos. En particular comprender el significado físico de los conceptos que se han de enseñar y ser capaz de explicarlos primero cualitativamente (las fórmulas y las matemáticas vienen después, y siempre teniendo en cuenta el nivel a que nos dirigimos).

Se admite, en general, que en una licenciatura de ciencias los conocimientos que se imparten sobre la materia tienen el nivel suficiente para garantizar, al menos, un buen comienzo en el desempeño profesional de quienes consiguen terminar esos estudios, y posiblemente así ocurre en campos como la investigación o la industria. Sin embargo, tal y como se constata reiteradamente en diversos cursos de formación inicial, muchos licenciados en física o química e ingenieros presentan graves dificultades en la comprensión y manejo de conceptos y principios básicos que, si llegan a ser profesores, tendrán que enseñar. Incluso se detecta, con bastante frecuencia, la existencia de determinadas ideas alternativas que afectan a un gran número de ellos. Se trata de un obstáculo importante que no puede ser ignorado, lo que ha llevado a algunos autores a afirmar que los aspirantes a profesores deberían cursar materias que permitan profundizar más, precisamente en aquellos contenidos concretos que ellos habrán de enseñar después (Pontes y De Pro, 2001).

Junto a un conocimiento en profundidad de la materia a enseñar, los futuros profesores de ciencias de secundaria necesitan también otros conocimientos, tales como:

- Saber dirigir el trabajo de los alumnos y cómo conseguir que exista un clima adecuado en el aula.
- Saber cómo evaluar, no sólo a los alumnos sino también el trabajo y comportamiento del profesor en el aula, analizando los resultados con el propósito de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Saber seleccionar los contenidos más adecuados y disponer de criterios para justificarlos y para secuenciarlos.
- Saber qué se puede hacer para que aumente el interés de los alumnos por las ciencias.

Los conocimientos anteriores forman parte del cuerpo teórico de la didáctica de las ciencias, por lo que es fundamental que los profesores en formación se aproximen a dicho cuerpo teórico y tengan una primera toma de contacto con las principales líneas de investigación y con los resultados ya establecidos de las mismas que más implicaciones tengan para la enseñanza y aprendizaje.

El papel de las didácticas específicas

La necesidad de una preparación profesional docente, además de una sólida preparación científica específica sobre la materia a enseñar, parece abrirse camino hoy sin resistencias. Sin embargo, sigue existiendo un riesgo serio de que la formación inicial del profesorado se contemple como una simple suma de una formación científica por un lado y una formación general en psicología, pedagogía y sociología por otro.

Así Calderhead (1986), ya señalaba que:

"Uno de los principales problemas de la formación del profesorado no es tanto el desarrollo del conocimiento de los alumnos acerca de las clases y naturaleza del proceso educativo como el facilitar a los profesores en formación que integren estos conocimientos dentro de su propia práctica"

En el mismo sentido se manifestaban Penick y Yager (1988), cuando afirmaban:

"Un curso eficaz en la formación de profesores debe integrar los contenidos de la disciplina, los organizadores teóricos y los resultados de la investigación sobre prácticas excelentes con unas experiencias relevantes"

O McDermott (1990), que en un documentado e interesante trabajo sobre la formación inicial del profesorado en los Estados Unidos apuntaba que:

"La total separación existente entre la instrucción sobre educación y la instrucción sobre contenidos, disminuye la validez de ambas para los profesores"

Más recientemente Oliva (2005) denunciaba que:

"En la actualidad parece apuntarse un alarmante declive de la importancia que las administraciones educativas conceden a las diferentes didácticas específicas en la formación del profesorado, con un excesivo énfasis en problemas educativos generalistas..."

Así pues, la falta de integración entre los principios teóricos estudiados en los cursos de educación con la práctica docente en la que el profesor ha de impartir unos determinados contenidos científicos, constituye, desde hace ya tiempo, uno de los principales obstáculos para desarrollar una enseñanza de mejor calidad.

Para poder abordar este problema, es necesario que los métodos de enseñanza sean tratados en el mismo contexto que van a ser estudiados, para que los futuros profesores puedan adaptar las estrategias docentes a la enseñanza de su materia. La didáctica específica, puede tener precisamente ese papel integrador, que permita superar el problema, siempre que reúna una serie de características como las siguientes:

a) *Dirigida a la construcción de un cuerpo de conocimientos capaz de integrar de forma coherente los resultados de las investigaciones en torno a los problemas concretos que plantea el proceso de enseñanza y aprendizaje de la disciplina.*

No es suficiente (aunque sí necesario) conocer las deficiencias de la enseñanza tradicional, basada fundamentalmente en la transmisión verbal de conocimientos por parte del profesor ante alumnos pasivos, para conseguir modificarla. Su elevada coherencia interna, su escasa exigencia (para el profesor) para su puesta en práctica y el hecho de que afecte a todos los aspectos claves para el proceso de aprendizaje del alumno, hace poco probable el éxito de las propuestas de cambios puntuales y muestra la necesidad de conseguir que los futuros profesores integren los conocimientos de didáctica de las ciencias formando también un bloque global y coherente. No tiene sentido, por ejemplo, mostrar las excelencias de los trabajos prácticos de laboratorio concebidos como pequeñas investigaciones y seguir planteando los problemas como simples ejercicios de aplicación. La mejora del proceso

de enseñanza y aprendizaje de las ciencias no se puede hacer mediante cambios puntuales en algunos aspectos (Carnicer y Furió, 2002). Para que pueda ser realmente efectiva ha de afectar a todos los aspectos claves de dicho proceso.

b) *Planteada como cambio didáctico del pensamiento y comportamiento docente "espontáneo".*

Si el principal obstáculo para conseguir una enseñanza de calidad es la falta de conocimientos, es decir aquello que el profesor no sabe, no cabe duda que el segundo obstáculo mayor es precisamente aquello que el profesor sabe sin ser muchas veces consciente de que lo sabe. Se trata con frecuencia de concepciones "de sentido común" fruto del sistema educativo que todo profesor ha experimentado en su larga etapa como alumno (Mellado et al., 1997). Esta impregnación ambiental hace realmente difícil su transformación, de manera análoga a como ocurre con algunas ideas alternativas o concepciones espontáneas que los alumnos tienen respecto a determinados conceptos científicos. En otros casos el profesor es consciente de determinados fallos o vicios concretos en su enseñanza; sin embargo, es la falta de alternativas, el desconocimiento de que existen otras posibilidades sólidamente fundamentadas, lo que le lleva a reproducir en sus clases comportamientos, estilos de enseñanza, etc., que quizás él mismo cuando era alumno criticó.

c) *Orientada a favorecer la vivencia de propuestas innovadoras y la reflexión didáctica explícita.*

Una dificultad que se da a menudo, y que habría que evitar, es la escasa coherencia existente entre las propuestas metodológicas que se proponen en los cursos de formación para profesores y la propia metodología de trabajo con la que se desarrollan. La efectividad en la formación inicial de los profesores de secundaria se vería aumentada si los asistentes pudieran experimentar en ellos mismos las distintas propuestas educativas que se traten de fundamentar, ya que ello favorecería mucho más su apropiación. En otras palabras: no puede pretenderse que los futuros profesores sean capaces de sustituir las estrategias de enseñanza basadas en la transmisión-recepción por otras que orienten el aprendizaje como una tarea de investigación dirigida mientras que en su formación científica y docente prime la simple transmisión verbal de conocimientos. Al mismo tiempo, esta coherencia, junto con el prácticum, debe ir dirigida a que sientan que es posible, atractivo y retador enseñar de otra manera; saliendo al paso de la desesperanza y el abatimiento ante "la situación actual" de la enseñanza (entre cuyas diversas causas, raramente se cita la forma de enseñar). En este sentido, el cambio o implicación actitudinal que deseamos conseguir con nuestros alumnos en secundaria debe ser, también, un objetivo con los futuros profesores.

d) *Diseñada para iniciar al profesorado en formación, en la investigación e innovación educativas.*

Los profesores han de ser los primeros beneficiarios de los hallazgos de la investigación educativa, sin embargo, la barrera que existe entre los pensadores (investigadores) y los realizadores (profesorado), es todavía muy grande. Es preciso hacer un esfuerzo para que los futuros profesores de secundaria, no sólo tengan en cuenta los resultados e implicaciones más importantes de la investigación didáctica y

puedan examinar críticamente su actividad docente, sino para que además, puedan comenzar a incorporarse, en alguna medida, a procesos de investigación.

Esta intervención de los profesores en la investigación no tiene, por supuesto, como objetivo prioritario el desarrollo de dicha investigación, sino que aparece como una exigencia de la propia actividad docente, como una de las formas más efectivas para que un profesor haga mejor la tarea que le es propia, es decir: enseñar.

Existen varias razones para que en la formación inicial del profesorado se comience a implicar a los futuros profesores en tareas de innovación e investigación didácticas. Así, entre otras, podemos citar las siguientes:

- Favorecer que el futuro profesor pueda tomar sus decisiones de forma fundamentada, y no por simple ensayo y error.
- Contribuir a elevar su capacidad de innovación en el aula, evitando la limitación que supone ceñirse exclusivamente a lo que pone en el libro de texto, elaborando nuevos materiales y estrategias, analizando los resultados obtenidos, confrontándolos con otros, etc.
- Favorecer la elaboración de materiales didácticos para los alumnos, teóricamente fundamentados y sometidos constantemente a un proceso de experimentación y revisión crítica, que los vaya mejorando y enriqueciendo.
- Presentar el trabajo docente como una tarea compleja, en la que influyen muchos factores y para la que se precisa una gran cantidad de conocimientos, lo que exige abordarla como una actividad creativa y abierta, que comienza en la formación inicial y que continúa mientras el profesorado se encuentra en activo, con la formación de equipos docentes que trabajan conjuntamente, intercambian experiencias, asisten a cursos, etc.

En resumen, pues, la iniciación del profesorado a la investigación, aparece como una necesidad formativa. Esta iniciación podría concretarse en una doble vertiente:

- i. Mediante la realización de pequeños trabajos de investigación didáctica. En este sentido puede ser una buena idea, comenzar con la réplica de trabajos ya realizados y recogidos en la literatura correspondiente, lo que además contribuye a un proceso de debate que puede conducir a consensos importantes en torno a los resultados que parecen desprenderse de muchas investigaciones didácticas.
- ii. Organizando el propio aprendizaje del futuro profesor en su periodo de formación como una inmersión en una investigación dirigida, en la que se plantean problemas que se van a encontrar en la enseñanza de su materia, se cuestionan las propias ideas, se consideran otros puntos de vista, se aportan los resultados obtenidos por la comunidad científica, etc. La investigación didáctica ha mostrado, reiteradamente, que dicha estrategia favorece el aprendizaje y las actitudes positivas de los alumnos.

e) Concebida en íntima conexión con las prácticas docentes como núcleo integrador de los distintos aspectos de la formación docente.

La formación inicial ha de procurar buenos profesionales de la enseñanza. Por tanto, ha de estar asociada a unas prácticas docentes que vayan bastante más allá de la

simple permanencia en un centro durante un período de tiempo más o menos largo. Debería, al menos, ser un periodo de vivencia en el aula, de una enseñanza coherente con las ideas elaboradas en la didáctica específica, y de "puesta a prueba" de las mismas. Ello requiere que estén diseñadas en estrecha relación con la didáctica específica, que el profesor tutor sea un "ejemplo de buenas prácticas" y que existan oportunidades adecuadas para la reflexión sobre las acciones educativas desarrolladas en el aula. También exige programar las prácticas para cuando los profesores en formación ya tengan los conocimientos mínimos necesarios para poder obtener de ellas el mayor provecho posible. Así mismo, conviene una planificación y un seguimiento cuidadosos en los que participen los profesores implicados (profesores tutores) de los centros en donde se realicen, aprovechando así el potencial que éstas tienen para conectar la investigación didáctica con la problemática del aula. De acuerdo con De Pro et al (2005) los profesores tutores participantes han de tener unas concepciones docentes coherentes con los planteamientos didácticos que se hayan tratado de fundamentar durante la fase anterior y una práctica que, al menos, no resulte antagónica con ellos. Además conviene que estén (al igual que el profesorado universitario), dispuestos al análisis y evaluación de sus clases por otros profesores y alumnos participantes en el proceso de formación inicial, con el objetivo de mejorar dicho proceso.

Insistimos, pues, en la necesidad de evitar una concepción reduccionista que limita las prácticas docentes a la simple permanencia del futuro profesor en un centro, extendiéndolas a todas aquellas actividades que lleva implícita la tarea de profesor y en particular (por lo que a la didáctica de las ciencias se refiere) a las más directamente relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de contenidos científicos, como: la (re)elaboración de materiales educativos teóricamente fundamentados; la experimentación en el aula de dichos materiales y discusión de los resultados obtenidos; el análisis de los procesos ocurridos dentro del aula (clima de trabajo, relaciones entre el profesor y los alumnos, metodología empleada, evaluación, atención a las relaciones CTSA, etc); la observación mutua de clases, etc.

Las propuestas anteriores se hallan muy lejos de lo que se viene haciendo habitualmente en muchos cursos del CAP donde las prácticas consisten simplemente en la asistencia del futuro profesor a algunas clases como observador y, quizás, a alguna sesión de evaluación u otros actos que coincidan con su paso por el centro. Detrás de esta actitud subyace la idea ingenua de que para ser un buen profesor basta con saber los contenidos a enseñar y un poco de práctica.

Es importante resaltar la frecuente utilización que se hace en didáctica de los contenidos científicos propios de cada materia. Ello implica que algunos aspectos claves para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias como, por ejemplo, la introducción de conceptos, los trabajos prácticos de laboratorio o la misma resolución de problemas de lápiz y papel, no pueden limitarse a ser objeto de un estudio general sino que éste ha de realizarse a través de casos y ejemplos concretos en los distintos campos científicos que se vayan a enseñar en cada nivel (incluyendo bachillerato) lo que exige que los futuros profesores tengan una formación académica adecuada en dichos campos.

Afortunadamente, en muchas de nuestras universidades existen Departamentos o Áreas de Didáctica de las Ciencias con una larga tradición investigadora, con equipos de trabajo que publican en revistas de prestigio internacional, dirigen tesis doctorales, participan en encuentros y congresos internacionales, etc. Dichos equipos han integrado su formación como físicos, químicos, biólogos o geólogos, con su -en muchos casos- experiencia previa como profesores de enseñanza secundaria y su investigación.

Conviene, además, tener en cuenta que la investigación didáctica en nuestra materia, en secundaria y bachillerato, ha avanzado (alcanzando un impacto en publicaciones internacionales comparable al de otras disciplinas de larga tradición científica) gracias, en buena medida, a la implicación de profesores en activo de dichos niveles. Estos profesores, tienen acumulada una formación realmente valiosa, ligada a la innovación e investigación en las aulas, que nuestras universidades no deben desaprovechar. Su incorporación, de un modo profesionalmente conveniente, a la formación inicial de los futuros profesores es imprescindible para que ésta esté arraigada en la realidad de las aulas.

Si realmente se quiere mejorar la calidad y el rendimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, los criterios anteriores a que nos hemos referido deberían orientar la selección del profesorado y de los contenidos concretos del plan de estudios para la formación inicial del profesorado de física y química de secundaria para el bloque específico y el prácticum.

Para terminar, se propone, a título de ejemplo, una serie de contenidos que podrían formar parte del bloque específico y del prácticum en los estudios de formación inicial para un futuro profesor de secundaria de física y química.

PROPUESTA DE CONTENIDOS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

El curso del CAP, a pesar de las limitaciones que se han señalado, es un curso de formación inicial que cuenta con una larga implantación. Convendría, pues, aprovechar todos los recursos científicos y humanos que ya se han generado en torno al mismo y a otros cursos de formación tales como Programas de Doctorado, Masteres en didáctica de las ciencias, cursos de formación de formadores, programas institucionales para la formación de profesores en activo, etc.

A continuación, a título de ejemplo, se presentan brevemente unos posibles contenidos de didáctica de las ciencias para la formación inicial del futuro profesorado de secundaria. Estos se inspiran en diversos cursos y programas de formación de profesores así como en algunos estudios específicos realizados sobre la formación del profesorado de ciencias (Furió-Más y Gil-Pérez, 1989; Gil 1990; Carrascosa et al, 1993; Gil et al, 1994) y proyectos docentes (Carrascosa, 2006).

Algunos objetivos a plantearse

De forma resumida, puede decirse que el objetivo fundamental es que los futuros profesores, mediante un trabajo colectivo, incrementen su capacidad para crear

situaciones adecuadas con las que favorecer el aprendizaje de las ciencias por parte de sus alumnos. Más concretamente, se trata de que:

- Tomen conciencia de algunos de los principales problemas y dificultades que afectan a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.
- Vivan propuestas fundamentadas de innovación educativa que muestren las posibilidades de transformar la docencia y generar entre el alumnado unas actitudes más positivas hacia la ciencia y su aprendizaje. El mismo curso de formación didáctica y su metodología han de ser un fiel reflejo de ello, evitando posibles incoherencias.
- Participen en la elaboración y discusión de temas concretos para la clase, los experimenten y evalúen sus resultados.
- Cambien el “pensamiento docente espontáneo” acerca de los problemas educativos, elaborado tras largos años de su formación como alumnos, y que, ante la falta de alternativas concretas, suele llevar a reproducir en clase algunos de los defectos que ellos mismos padecieron.
- Tomen conciencia de la relevancia de la ciencia en nuestras vidas (lo que puede conseguirse analizando casos históricos y también actuales).
- Se percaten de la coherencia existente entre los diferentes contenidos de didáctica tratados.
- Incrementen su dominio acerca de los principales contenidos (conceptuales, metodológicos y actitudinales) de sus materias a través de un trabajo colectivo serio, continuo y en profundidad, a partir de materiales concretos que se vayan a utilizar en clase.
- Conciban su trabajo como algo complejo pero también apasionante y dinámico, sujeto continuamente a revisión con el fin de mejorarlo.
- Adquieran la formación necesaria para asociar enseñanza e investigación didáctica.

A continuación se hace una propuesta de contenidos a través de los cuales se puede avanzar en la consecución de los objetivos anteriores y en la solución de los problemas previamente planteados.

Posibles contenidos de didáctica de las ciencias para profesores de secundaria en formación

Los contenidos de didáctica específica han de servir a los futuros profesores para enfrentarse a los problemas concretos que se suelen encontrar en la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos propios de las asignaturas que han de enseñar. Consecuentemente, no deberían estar ausentes aquellos temas que constituyen importantes líneas de investigación dentro de la didáctica de las ciencias en general y de la física y química en particular, que conectan más directamente con los problemas y objetivos anteriormente señalados:

1. Naturaleza de la ciencia y características esenciales del trabajo científico. Cuando se afirma, por ejemplo, que las prácticas de laboratorio han de permitir la familiarización

de los estudiantes con la metodología científica, es posible que sobre este objetivo exista un consenso muy elevado. Sin embargo, no pasa lo mismo respecto qué aspectos se consideran esenciales de dicha metodología, ya que existen toda una serie de ideas simplistas y deformadas respecto a la ciencia y el trabajo científico que afectan incluso al propio profesorado en activo, influyendo en su forma de enseñar. Es por ello que resulta del mayor interés salir al paso, lo antes posible, de dichas ideas y elaborar una imagen de la ciencia más acorde con la realidad (Furió-Más, 1994).

2. *El papel educativo de las prácticas de laboratorio.* Análisis crítico de aquellos trabajos prácticos que se presentan exclusivamente como una receta (imagen rígida y algorítmica del ciencia) mostrando cómo es posible su transformación, de modo que se conviertan en actividades verdaderamente coherentes con la metodología científica y además, aumenten su indudable potencial motivador para el aprendizaje de las ciencias. Incluir también otro tipo de prácticas, destinadas al diseño y elaboración de productos tecnocientíficos -a partir de materiales de fácil acceso y como respuesta a problemas de interés- que han de funcionar y que poseen también un gran poder motivador tanto para alumnos como profesores (Furió et al., 2005).

3. *La resolución de problemas de lápiz y papel.* El problema de los problemas constituye, desde hace tiempo, una de las principales líneas de investigación en la didáctica de las ciencias. Esto puede ser debido fundamentalmente tanto a la importancia que los profesores en general conceden a la resolución de problemas por parte de los alumnos (que suele ser considerada como una actividad fundamental para evaluar conocimientos), como al hecho de que constituye, quizás, uno de los aspectos claves dentro del aprendizaje de la física y química en donde se da un mayor índice de fracaso entre los alumnos. Se trata de analizar las causas de dicho fracaso y de fundamentar y experimentar posibles estrategias para minimizarlo. Ello puede justificar también la necesidad de orientar el aprendizaje de las ciencias en general como una tarea centrada en la resolución de actividades problemáticas de interés, que afectan no sólo a los problemas de lápiz y papel, sino también al programa del curso y al propio índice de los temas, que no han de aparecer de forma dogmática, sino como un camino a seguir para avanzar en la resolución de una serie de problemas estructurantes planteados al comienzo (Verdú, 2004).

4. *El aprendizaje de los conocimientos teóricos,* incluyendo el estudio de las ideas alternativas que afectan a conceptos científicos básicos de distintos campos, análisis de cómo se originan, de su persistencia, de las implicaciones que dichos estudios han tenido en el diseño de distintas estrategias y modelos de enseñanza, etc. Éste tema sirve también para realizar, de manera funcional, las oportunas clarificaciones de muchos conceptos y principios básicos sobre los que suelen darse confusiones típicas y que afectan también a los mismos profesores de ciencias en activo.

5. *Las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente.* Es un hecho claramente establecido que las concepciones respecto a las posibles relaciones existentes entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA), tienen una indudable influencia sobre muchas de las ideas acerca de la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico. La integración, de forma funcional, de las relaciones CTSA en el currículo contribuye a elaborar una imagen de la ciencia y del trabajo científico, más adecuada y cercana a la realidad. Por otra parte ayuda a formar ciudadanos científica

y tecnológicamente alfabetizados, capaces de tomar decisiones más informadas y responsables ante problemas como, por ejemplo, el impacto medio ambiental de determinadas tecnologías frente a la necesidad de conseguir un desarrollo sostenible o las controversias sociales (reflejadas en los distintos medios de comunicación) que provocan determinadas investigaciones científicas como, por ejemplo, selección natural, genoma humano, clonación, reproducción asistida, uso de la energía nuclear, etc., etc.

6. *Las actitudes de los alumnos hacia la ciencia y su aprendizaje.* Es sabido que el interés muchos estudiantes por las ciencias disminuye notoria y regularmente a lo largo del periodo de escolarización. La gravedad del problema es tal, que el estudio de las actitudes de los alumnos hacia las ciencias y su aprendizaje es actualmente una de las primeras líneas de investigación didáctica, dado que existe una estrecha correlación entre actitudes y aprendizaje. Así los estudiantes que mantienen actitudes favorables hacia la ciencia, desarrollan una mayor apreciación y comprensión de la misma y en consecuencia obtienen en general, mejores resultados. El problema es que, desgraciadamente, la actitud inicial hacia la ciencia y su aprendizaje, en general positiva al comienzo, va evolucionando conforme avanzamos en el nivel educativo, de manera que se va deteriorando, pudiendo llegar incluso a un fuerte rechazo de las materias científicas en general (y de la física y química en particular). Esto explica que se haya producido una abundante investigación acerca de cuáles son las causas fundamentales de este problema, así como sobre sus posibles soluciones. Sin embargo, a pesar de los importantes avances conseguidos en ese campo, lo cierto es que éstos son a menudo ignorados. En éste tema se trataría de rellenar dicha laguna. Una tarea esencial, sería la preparación de materiales y proyectos de trabajo capaces de mejorar la actitud de los alumnos hacia las ciencias, presentando unos contenidos menos abstractos y más próximos a la realidad y el contexto de quienes van dirigidos.

7. *La evaluación como instrumento de aprendizaje. Evaluación y calificación de los alumnos.* Hoy en día no existen ya muchas dudas acerca de que los métodos usados por los profesores para evaluar, afectan profundamente no sólo a la cantidad y calidad del aprendizaje de los alumnos, sino también a sus mismas características afectivas y concretamente a su interés hacia la ciencia y su aprendizaje. Más aún, existe un acuerdo unánime en que ningún cambio o innovación introducidos en la enseñanza, puede ser verdaderamente efectivo si a su vez no va acompañado de cambios similares en el proceso evaluador. Mediante este tema se tiene ocasión de reflexionar sobre el papel que debe tener la evaluación en nuestras clases (para qué evaluar), las características que debería de tener el proceso evaluador y cómo se tendrían que concretar en el aula, el problema de las calificaciones de los alumnos, la evaluación del trabajo del profesor, etc. Finalmente los futuros profesores se enfrentan al diseño de pruebas concretas de evaluación y a la corrección y calificación de las mismas.

8. *Análisis y discusión de algunos temas concretos de física y química del currículo.* Una cuestión que tiene una importancia fundamental (y sobre la que a menudo se falla porque no existen materiales accesibles o no se le concede la atención necesaria), es cómo cubrir el salto existente entre unas conclusiones o resultados teóricos que tienen claras implicaciones para mejorar la enseñanza y el cómo llevar eso a la práctica real en el aula. Por otra parte, tampoco tiene mucho sentido llevar a

cabo transformaciones puntuales importantes y dejar inalterado el resto. No sería muy lógico que, por ejemplo, se llevasen a cabo unas prácticas de laboratorio como investigación, coherentes con las características esenciales de la metodología científica, y que, sin embargo, en introducción de conceptos, resolución de problemas, evaluación, etc., se actuase de forma totalmente distinta; de ahí que en esta formación inicial tenga sentido incluir el análisis y discusión de algunos temas o programas de actividades completos como síntesis de todo lo visto anteriormente. Estos mismos temas, o parte de ellos, se pueden experimentar en el aula con alumnos y evaluar los resultados.

En todos los temas anteriores conviene familiarizar a los profesores en formación tanto con la investigación e innovación didácticas (técnicas de trabajo, terminología, revistas más importantes, etc.) como con el uso de las nuevas tecnologías (TIC), las cuales abarcan distintos aspectos que luego deberán utilizar en la enseñanza, tales como, por ejemplo: las simulaciones animadas de distintos fenómenos y experimentos en el ordenador, el uso de sensores para la toma de datos y análisis de resultados, manejo de programas informáticos para elaborar y mejorar unidades didácticas (incluyendo la confección de esquemas y de ilustraciones adecuadas), búsquedas bibliográficas, etc. (Sanmartí e Izquierdo, 2001).

CONCLUSIONES

Aunque parezca increíble, la formación inicial del profesorado de secundaria que se ha venido realizando en nuestro país desde hace décadas, ha sido la "cenicienta" de las numerosas reformas educativas emprendidas. Así, durante mucho tiempo, en las facultades de ciencias (física, biología, química, etc.) se prepararon científicamente licenciados que, en un porcentaje bastante grande, se iban a dedicar a la docencia en la enseñanza secundaria, sin que este hecho sirviera para plantearse incluir en el currículo una oferta de especialización didáctica adecuada para quienes desearan dedicarse a este trabajo y sin que el Curso de Aptitud Pedagógica (visto por muchos de sus asistentes, como un simple -cuando no molesto- trámite para poder realizar las oposiciones) haya servido tampoco para solucionar ese problema de falta de una formación inicial adecuada a los requerimientos didácticos de la docencia en secundaria.

Es deseable que con el desarrollo del plan de estudios ya aprobado, la situación cambie y pueda mejorar la formación inicial del profesorado de secundaria lo cual es, obviamente, necesario para poder ofrecer una enseñanza de mejor calidad. En este trabajo se ha intentado fundamentar una propuesta de una serie de contenidos que podrían ser una parte importante del bloque específico y del prácticum de dicho plan.

Finalmente señalar que, como es lógico, aun cuando se consiguiese una muy buena formación inicial del profesorado de secundaria, no por ello dejaría de ser necesaria la oferta de una formación permanente posterior de calidad, que garantizase la continua actualización y adaptación de los conocimientos docentes (Guisasola, Pintos y Santos, 2001). Se trata ésta de una tarea compleja que exige no solo disponer de los recursos adecuados sino también, y sobre todo, la implicación activa, consciente e

interesada de los propios profesores, sin lo cual difícilmente puede tener éxito ningún cambio educativo. (Porlán y Rivero, 1998).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. (2007). BOE nº 305 (página 52851) de 21 de diciembre y BOE nº 312 (página 53751) de 29 de diciembre.
- CALDERHEAD J. (1986). La mejora de la práctica de la clase: aplicaciones de la investigación sobre la toma de decisiones en la formación del profesorado, *Actas del I Congreso Internacional sobre Pensamiento de los Profesores y Toma de Decisiones* (Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla).
- CARNICER, J. y FURIÓ, C.J. (2002). La epistemología docente convencional como impedimento para el cambio. *Investigación en la Escuela*, 47, 33-52.
- CARRASCOSA, J. (2006). *Las ciencias experimentales y su didáctica*. Proyecto docente. Habilitación Profesores Titulares de Universidad.
- CARRASCOSA, J., ALONSO SÁNCHEZ M., BENEDITO LÓPEZ J., et al. (1993). Los programas de formación del profesorado de física y química en la Comunidad Valenciana. *Actas del IV Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas*, organizado por la revista Enseñanza de las Ciencias. Edita: ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- COPELLO L, M.I y SANMARTÍ P,N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 269-283.
- DE PRO, A., VALCÁRCEL, M.V. y SÁNCHEZ BLANCO, G. (2005). Viabilidad de las propuestas didácticas planteadas en la formación inicial: opiniones, dificultades y necesidades de profesores principiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (3), 357-378.
- FURIÓ-MÁS, C.J. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 188-199.
- FURIÓ-MÁS, C.J. y GIL-PÉREZ, D. (1989). La Didáctica de las Ciencias en la formación inicial del profesorado. Una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 257-265.
- FURIÓ-MÁS, C.J., VALDÉS, P. y GONZÁLEZ DE LA BARRERA, L. (2005). Transformación de las prácticas de laboratorio de Química como actividades de resolución de problemas de interés profesional. *Educación Química*, 16(1), 20-29.
- GIL PÉREZ D, PESSOA A, Ma, FORTUNY J,M y AZCÁRATE C. (1994). *Formación del profesorado de las ciencias y la matemática. Tendencias y experiencias innovadoras*. Editorial Popular. Madrid.
- GIL PÉREZ D. (1990). *Formación de Formadores en Didáctica de las Ciencias. Propuestas y materiales para debate*. Nau Llibres. Valencia.

- GIL PÉREZ D., CARRASCOSA, J y TERRADES MARTÍNEZ, F. (1999). El surgimiento de la didáctica específica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Educación y Pedagogía*. XI (25).
- GIL PÉREZ, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ MÁS, C y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. I.C.E. de la Universitat Autònoma de Barcelona / Horsori. Barcelona.
- GIL PÉREZ, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. et al. (1991). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Década para la Educación para el Desarrollo Sostenible. OREALC/UNESCO. Santiago de Chile.
- GUISASOLA J., PINTOS, M.E. y SANTOS, T., (2001). Formación continua del profesorado, investigación educativa e innovación en la enseñanza de las ciencias, *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* 41 , 207-222
- McDERMOTT, L.C. (1990). A perspective on teacher preparation in physics - other sciences: the need for special science courses for teachers. *American Journal of Physics*, 58 (8), 734-742.
- MELLADO, J, V., RUÍZ, M, C., y BLANCO, N, L. (1997). *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial de maestros*. Bordón, 49 (3), pp. 275-286.
- OLIVA, J. M. (2005). Sobre el estado actual de la revista Enseñanza de las Ciencias y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1), 123-131.
- PENICK J.E. y YAGER R.E. (1988). Science Teacher Education: A program with a theoretical and pragmatic rationale, *Journal of Teacher Education*, nov-dic, 59-64.
- PONTES, A y DE PRO, A. (2001). Concepciones y razonamientos de expertos y aprendices sobre electrocinética: consecuencias para la enseñanza y la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 103-119.
- PORLÁN, R y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Diada. Sevilla.
- VERDÚ CARBONELL, R. (2004). *La estructura problematizada de los temas y cursos de física y química como instrumento de mejora de su enseñanza y aprendizaje*. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universitat de València.
- VILCHES, A y GIL PÉREZ, D. (2008). *La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad*. Tecne, Episteme y Didacsis, 22 (Aceptado para su publicación).

WHAT TO DO IN SECONDARY SCHOOL SCIENCE TEACHERS' PRESERVICE TRAINING?

SUMMARY

During December 2007 regulations about training for secondary school teachers trainees, were introduced in Spain. This creates new expectations in a so far quite neglected field, but essential to improve the learning and teaching processes at this educational level. In this paper, we consider some criteria which should be applied to the initial training of science teachers and we also suggest likely contents.

Keywords: *Science education; secondary school teacher training.*