

## **LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORADO DE FÍSICA Y QUÍMICA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA**

JOSÉ MANUEL DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS  
VÍCTOR ÁLVAREZ PÉREZ

### **RESUMEN**

En el presente trabajo se procede al análisis comparativo del modelo de formación inicial de profesorado de Física y Química de educación secundaria, en la Universidad de Santiago de Compostela, con el modelo de profesional que se infiere de la Reforma del Sistema Educativo que origina los nuevos currículos oficiales en España y, como consecuencia, en Galicia; y con las nuevas ideas que emanan de la investigación en enseñanza de las ciencias y de nuestra experiencia en la formación inicial y permanente del profesorado.

### **ABSTRACT**

This work makes a comparative analysis between three teaching models: the model the University of Santiago de Compostela implements for initial training in teaching physics and chemistry in compulsory school, new professional models that arise from research on teaching and learning sciences, and also the model of teacher required by the reform of the educational system in Spain -and specifically in Galicia-. This comparative analysis is also influenced by our own work on initial teacher training and our discussions with veteran teachers in active service.

### **PALABRAS CLAVE**

Formación de profesores, formación inicial, profesores de Física y Química, educación secundaria.

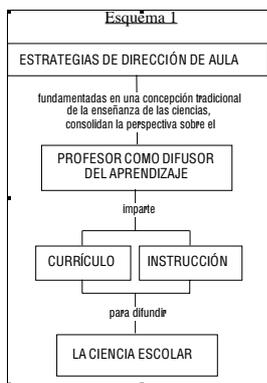
### **KEYWORDS**

Teacher training, initial training, teaching physics and chemistry, secondary education.

### **MODELO DE FORMACIÓN DE PROFESORES QUE EMANA DE LA REFORMA DEL SISTEMA EDUCATIVO**

Una vez aprobada la LOGSE (MEC, 1990) y en el marco de la Reforma del Sistema Educativo, se hacía explícita (XUGA, 1990) la necesidad de desarrollar un modelo de formación del profesorado que contribuyese a la superación de posturas positivistas predominantes en los años 70. En ellas se fundamentaba la concepción tradicional sobre la enseñanza de las ciencias, de la que se derivaban determinadas estrategias de dirección de aula en las que se establecía la separación epistemológica entre teoría y práctica educativa. Desde esta concepción tradicional (Esquema 1) el docente, conocedor de la disciplina, mediante una estrategia de transmisión y recepción, imparte conocimiento científico y, en consecuencia, evalúa en qué medida el alumnado recuerda lo transmitido. El aprendizaje

resultante es un aprendizaje memorístico, poco significativo y apenas funcional (Domínguez, 2000).



Este tipo de enseñanza de la ciencia presta poca atención al razonamiento y la argumentación y como consecuencia: (a) se da una falsa impresión de la ciencia como la presentación no problemática de hechos y, de este modo, oculta las controversias entre científicos, modelos y sucesos extraños, bien históricos o contemporáneos (Geddis, 1991; Driver et al., 1994); (b) obstaculiza el aprendizaje de destrezas para argumentar sobre cuestiones socio-científicas que los estudiantes tienen que abordar cada vez más en sus vidas (Solomon, 1991; Norris y Phillips, 1994); (c) no se preocupa, lo que es aún más grave, de qué ocurre respecto del proceso de aprendizaje e ignora por qué progresan o fracasan los estudiantes (Domínguez, 2000).

Diferentes análisis coinciden en señalar la importancia de que el profesorado participe en el desarrollo de un modelo innovador para la formación de profesores. Se ha llegado a decir que el éxito o fracaso de dicho objetivo de la Reforma dependerá de la medida en la que el profesorado lo haga suyo (XUGA, 1990, p. 3).

El modelo de docente acorde con las nuevas demandas tiene rasgos fundamentales: (a) es mediador en los procesos de aprendizaje y creador de entornos didácticos que faciliten la construcción de conocimientos (Osborne y Wittrock, 1983), (b) reflexiona sobre la práctica e investiga la realidad del aula (Shön, 1993), modificando sus estrategias. Se pretende superar la separación epistemológica entre teoría y práctica educativa (XUGA, 1990, p. 6).

Se incorporan al currículo contenidos que incrementan las funciones de los profesores. Se considera necesario para ello (Gimeno, 1992) que el docente estimule comportamientos y dé oportunidades para que se adquieran valores, actitudes y habilidades de pensamiento. Además el currículo abierto y flexible incrementa la responsabilidad y el grado de autonomía del profesorado y lo implica activamente en el desarrollo del mismo. Se propugna un papel más activo del profesor en el diseño, desarrollo, evaluación y reformulación de estrategias y programas de intervención didáctica. Desde esta perspectiva, la formación del profesor no reside tanto en la adquisición de conocimientos disciplinares y de rutinas didácticas, como en el desarrollo de capacidades de procesamiento, diagnóstico, decisión racional, evaluación de procesos y reformulación de proyectos (Pérez Gómez,

1987).

Por otra parte, en el Real Decreto de Mínimos (MEC, 1991), para el Área de Ciencias en la ESO, se hacen explícitas algunas sugerencias que consideramos de interés y que debería incorporar un modelo de formación inicial de profesorado de ciencias para este nivel educativo.

### **Sobre la concepción de la ciencia y de sus implicaciones didácticas**

Se contempla que el currículo de esta área ha de corresponderse con la naturaleza de la ciencia, como actividad constructiva y en proceso, en permanente revisión, así como en los productos de conocimientos adquiridos en un momento dado. A esta concepción le corresponde un planteamiento didáctico en el que el profesor, debe pasar de transmisor de conocimientos elaborados a agente que plantea interrogantes y sugiere actividades, y el alumno de receptor pasivo a constructor de conocimientos, en un contexto interactivo. En particular, y sobre todo, ha de hacer al alumno más capaz de aprender de manera crecientemente autónoma.

### **Sobre los contenidos objeto de enseñanza y aprendizaje**

Se propone organizar los contenidos de esta área alrededor de algunos conceptos fundamentales tales como energía, materia, interacción y cambio. A través de ellos, se reconoce la importancia de la adquisición de las ideas más relevantes del conocimiento de la naturaleza y de su organización y estructuración en un todo articulado y coherente. Esto supone dotarle de una riqueza y variedad de contenidos: los conceptos, hechos y principios; los procedimientos, y, en general, variedades del saber hacer; y los referidos a actitudes, normas y valores.

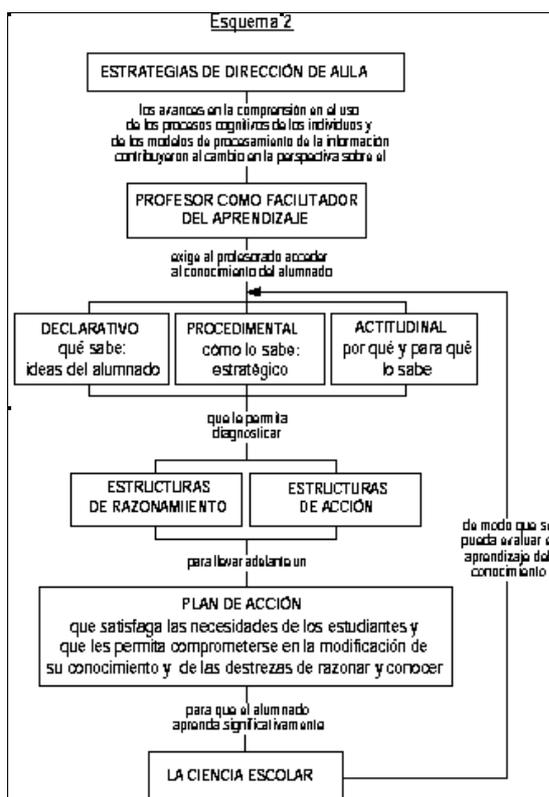
### **Sobre el carácter formativo de la ciencia**

Se pone de manifiesto su contribución de forma decisiva al desarrollo y adquisición de capacidades que se señalan en los objetivos generales de la Educación Secundaria Obligatoria, tales como: una mejor comprensión del mundo físico, de los seres vivos y de las relaciones existentes entre ambos, mediante la construcción de un marco conceptual estructurado; la adquisición de procedimientos y estrategias para explorar la realidad y afrontar problemas dentro de ella, de una manera objetiva, rigurosa y contrastada; el desarrollo de la comprensión y expresión correcta y rigurosa de textos científicos y tecnológicos; la adopción de actitudes de flexibilidad, coherencia, sentido crítico, rigor y honestidad intelectual; equilibrio personal, mediante el conocimiento de las características, posibilidades y limitaciones del propio cuerpo, en cuanto organismo vivo, cuya salud y bienestar depende de sus relaciones con el medio, al que es preciso cuidar y mejorar.

## MODELO DE FORMACIÓN DE PROFESORES QUE SE DERIVA DE LA INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Desde las nuevas ideas que surgen en la Didáctica de las Ciencias, se considera al docente como un profesional capaz no sólo de aplicar en el aula los resultados de la investigación educativa, sino también de investigar para reflexionar sobre su propia práctica para comprenderla y mejorarla. (Shön, 1993). Este profesional tiene que dominar determinadas estrategias de dirección de aula (Esquema 2) que deberían contemplarse en su formación (Domínguez, 2000).

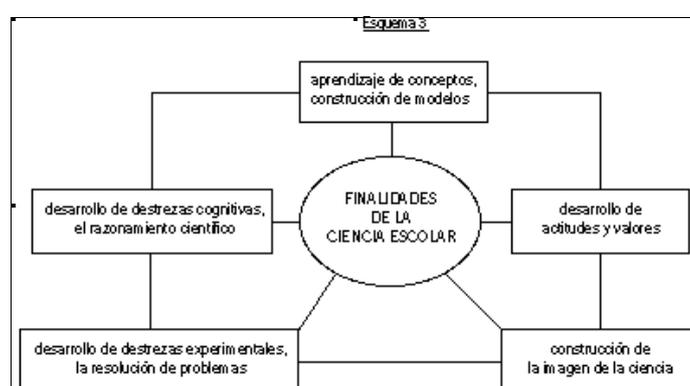
Se le pide que sea capaz de crear entornos de aprendizaje, analizando el contexto en el que se desarrolla su actividad, para dar respuesta a las necesidades que presenta una sociedad cada vez más compleja y cambiante, de modo que se establezca un clima de aula en el que el alumnado pueda percibir el qué debe aprender y el cómo debe hacerlo, pero además el por qué y el para qué de dicho aprendizaje. El papel de los estudiantes abandona la visión que los caracteriza como internamente inertes y pasivos, y a los que hay que provocar mediante acciones externas o internas. En este sentido, se puede asumir la validez del enfoque *constructivista*: el conocimiento no se transmite sin más, sino que se necesita el papel protagonista del que aprende.



El nuevo profesional necesita información, para fundamentar y facilitar su tarea, sobre cómo aprenden, construyen y desarrollan los estudiantes sus conocimientos y sus

destrezas. Se ponen de manifiesto las tres componentes necesarias para que se produzca el aprendizaje declarativo, procesual y emocional: la cognitiva, la social y la contextual.

Esto permitirá al profesorado elaborar un plan de acción en el aula que comprometa al estudiante en la modificación de su conocimiento y de sus destrezas de razonar y conocer; así, es posible que aprendan significativamente el conocimiento que llamamos *ciencia escolar* (Domínguez 2000), cuyas finalidades se ilustran en el Esquema 3 (Gil, 1986; Duschl, 1995, 1997; Vázquez y Manasero, 1995; Pro et al., 1997).

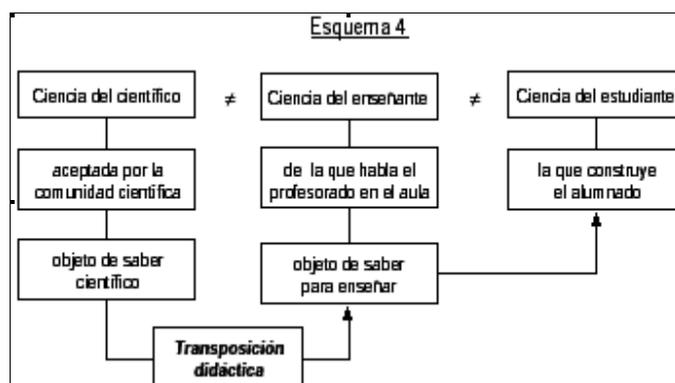


Desde esta perspectiva se deben plantear cinco interrogantes: ¿Qué conceptos se consideran objeto de aprendizaje y qué modelos han de construir los estudiantes, para la interpretación de hechos, fenómenos y acontecimientos?; ¿Se ha de fomentar el desarrollo del razonamiento y de la argumentación como destrezas cognitivas adecuadas para el aprendizaje significativo?; ¿Constituye la resolución de problemas un método adecuado para el desarrollo de destrezas experimentales?; ¿Qué actitudes y valores han de desarrollar los estudiantes para construir una imagen actualizada de la ciencia?

Para dar respuesta a estas cuestiones es necesario formar a los futuros profesores de Física y de Química para que adquieran estrategias de dirección de aula (Esquema 2) que les permitan considerar que, a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje, se puede producir un cambio conceptual (Hewson, 1981; Posner et al., 1982) o una reestructuración (Norman, 1987); pero que no deben interpretarse, como es habitual en las clases de ciencias, como un acercamiento al concepto científico verdadero, entre otras razones, porque la idea de *verdad* en la ciencia es compleja y discutible (Fourez, 1994). Lo importante es que el futuro docente tome conciencia de que es necesario un contexto escolar que promueva la búsqueda de soluciones congruentes entre los datos de las teorías implícitas de los estudiantes y la reformulación de éstas dentro de una teoría explícita compartida (Jiménez y Sanmartí, 1997). Esto significa entender que los contenidos de la ciencia forman parte de la cultura social, que cuenta con diversos contenidos, algunos de los cuales pueden ser útiles para la cultura escolar (Arnay, 1997).

Llevar a cabo esta concepción de la enseñanza de la cultura científica implica traducir el conocimiento formal para hacerlo asequible a los estudiantes y, en este proceso, la labor constructiva del alumnado debe ser simultánea a la creativa y reductora del

docente. De este modo, en una situación de enseñanza y aprendizaje, el profesorado debería ser consciente (Esquema 4) de que la ciencia de la que habla en el aula es diferente de la del científico y también diferente de la que construyen los estudiantes (Halwachs, 1983).



Esta ciencia, que habíamos denominado ciencia escolar, es el resultado de un proceso no siempre explícito, de reelaboración del conocimiento científico, el de *transposición didáctica* (Chevallard, 1985; Jiménez y Sanmartí, 1997), por el cual un objeto de saber científico pasa a ser objeto de saber para enseñar. Es aquí donde nuestro trabajo, el trabajo de los docentes, es especial y singular: saber diferenciar lo que es interesante y relevante del conocimiento que poseemos, y lo que es interesante y relevante para los estudiantes.

Otros autores (Shulman, 1986; Mellado, 1999) denominan a este proceso como *conocimiento didáctico del contenido*. Dicho conocimiento se pone en juego, partiendo de la comprensión de la materia, durante la planificación, la instrucción y la reflexión posterior y lleva al docente a una nueva comprensión de la materia. Es el conocimiento que con mayor frecuencia utilizan los profesores cuando enseñan (Sánchez y Valcárcel, 2000).

De lo dicho se infiere que durante su formación el futuro profesor ha de ser consciente de que el aprendizaje de las ciencias y la motivación para aprenderlas crecen si lo que se enseña *tiene sentido* para el alumnado; es decir, si está relacionado con sus necesidades próximas, sus vivencias y sus experiencias. Así surge la hipótesis sobre la necesidad de que el lenguaje cotidiano entre en las aulas de ciencias si queremos que los estudiantes hagan explícitas sus teorías implícitas y, a este respecto, el futuro docente debe tener presente que el aprendizaje cooperativo se manifiesta efectivo (Driver y Newton, 1997; Johnson y Johnson, 1999), pues del intercambio entre estudiantes y docentes se hace explícito el enfrentamiento entre el lenguaje usado en la vida diaria y la terminología científica, lo que supone una dificultad para la consecución de aprendizajes significativos. De este modo el profesorado se encuentra ante el reto de conseguir que el alumnado sienta la necesidad del lenguaje científico, en determinados contextos, y de sus diferencias con expresiones cotidianas, así como la utilidad de los símbolos y la construcción de modelos que permitan interpretar los hechos que les interesan.

Durante las últimas décadas se ha puesto de manifiesto la importancia del discurso en el aula de ciencias, señalándose la importancia del aprendizaje cooperativo (Driver y Newton, 1997; Johnston y Johnston, 1999). La investigación demuestra que no sólo influye positivamente en el aprendizaje de conceptos (Eichinger, et al., 1991; Pontecorvo y Orsolini, 1992; Pontecorvo y Girardet, 1993; Lemke, 1997), sino también en el desarrollo de la capacidad de investigación (Hodson, 1994; Richmond y Shriley, 1996). Es necesario formar profesores que sean capaces de dar al alumnado acceso a estas formas de aprendizaje, promoviendo actividades adecuadas junto con las prácticas discursivas asociadas (Domínguez, 2000), socializando así a los estudiantes con las normas de argumentación y razonamiento científicos (Driver y Newton, 1997).

Sin embargo, algunos de los estudios sobre qué ocurre en las aulas de ciencias han indicado que, lejos de que los estudiantes tengan oportunidades de hacer su trabajo a través de cuestiones planteadas mediante actividades, ya sea teóricas o experimentales, en muchas aulas, son los profesores y profesoras los que hablan y estructuran sus argumentos (Cross y Price, 1996). Algunos estudios (Russel, 1983) demuestran que el discurso del profesorado, se apoya más en la *autoridad tradicional* -relacionada ésta con su posición institucional- y menos en la *autoridad racional* relacionada con las razones y datos que justifican sus declaraciones. El primero pasa por alto razones y datos, distorsionando la comprensión de cuál es la naturaleza de la autoridad y de las normas del razonamiento científico.

## LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE FÍSICA Y QUÍMICA EN LA USC

La Universidad de Santiago de Compostela (en adelante USC) se encarga, a través de su ICE, de la formación inicial del profesorado de secundaria de Galicia. El modelo seguido es el CAP, que consiste en tres bloques de trabajo (Zabalza et al., 1997):

- Un bloque de formación psicopedagógica, común a todos los alumnos con independencia de su titulación de procedencia y con una carga lectiva de seis créditos. Se reparte en cuatro seminarios: Teoría y Sociología de la Educación; Bases Psicológicas de la Intervención Educativa; Diseño Curricular y Organización Escolar; Investigación y Orientación Educativa.
- Un bloque de formación en la didáctica específica del área o disciplina de procedencia de cada asistente. Consiste en un seminario por especialidad y con una carga lectiva de cuatro créditos.
- Un período de prácticas en institutos y centros de secundaria con cinco créditos de duración. Se llevan a cabo en institutos elegidos por los alumnos del CAP; los tutores no tienen por qué ser profesores del CAP o del ICE, y están obligados a enviar un informe de sus tutorandos, mientras estos deben hacer una memoria de prácticas y entregarla al coordinador de su área.

En este trabajo estudiaremos cómo es la formación inicial del profesorado de Física y Química por lo que, en primer lugar, centraremos nuestra atención en qué alumnos

asisten al seminario de Didáctica de la Física y Química (Gráfico 1, datos del ICE de la USC).

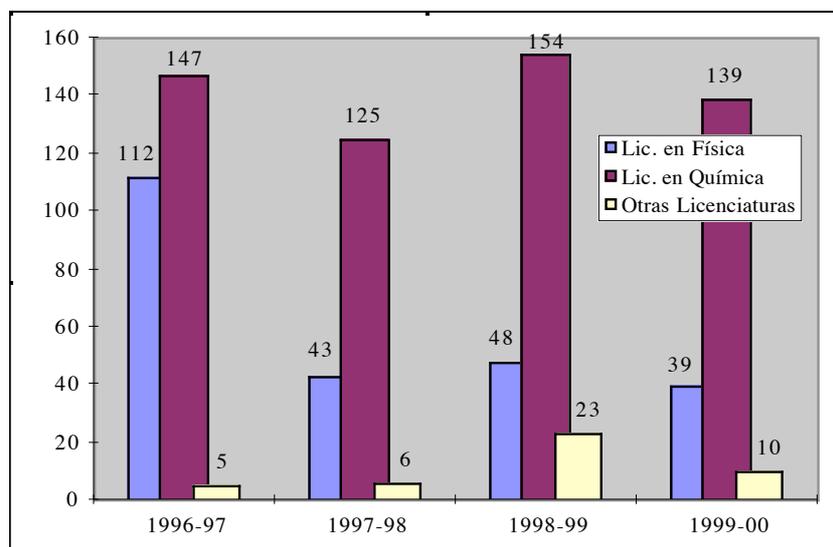


GRÁFICO 1. N.º de asistentes al seminario de Didáctica de la Física y la Química (por especialidades).

Se observa que el número de químicos es superior al de físicos (estos últimos son un tercio de los primeros). Se ve también que los asistentes que proceden de otras licenciaturas son testimoniales (un 1% en el mejor de los casos). Podría pensarse que hay un gran interés en estos licenciados por dedicarse a la enseñanza en secundaria: ¿es esta una afirmación arriesgada?. Tratemos de contrastarla con los datos acerca de recién titulados que publica la USC (Tabla 1).

En la Tabla 1 hemos dispuesto el número de titulados que están en condiciones de poder asistir al CAP (poseer el correspondiente título de licenciado o bien la certificación de haber pagado las tasas de expedición del mismo) frente a los que realmente se matriculan (con independencia de la didáctica específica que finalmente escojan).

Curso	Físicos titulados el curso anterior	Físicos en el CAP	Químicos titulados el curso anterior	Químicos en el CAP
1996-97	159	127 (80%)	137	151 (110%)
1997-98	125	76 (61%)	150	131 (87%)
1998-99	118	76 (60%)	199	162 (81%)
1999-00	129	59 (46%)	155	143 (92%)

TABLA 1. N.º de asistentes al CAP comparado con el de recién titulados (por especialidades).

Entre paréntesis hemos indicado qué porcentaje del total de recién titulados representan los que asisten al CAP. Se desprende que los licenciados en Física y Química consideran la enseñanza como una salida profesional a tener en cuenta: alrededor del 60%

de los Físicos y entre el 80 y el 90% de los Químicos de cada promoción se matriculan al empezar el siguiente curso.

Es cierto que durante el curso 1996-97 se empezó a implantar el primer ciclo de la ESO y es posible que influyera en la mayor afluencia de recién titulados (e incluso de titulados de años anteriores) al CAP de ese curso. Pero, de todos los titulados en Física y Química, ¿cuántos escogen la Didáctica de la Física y de la Química como Didáctica Específica?. Recordemos que los químicos pueden elegir entre ésta y la Didáctica de las Ciencias Experimentales, mientras que los físicos pueden optar además por la Didáctica de la Tecnología.

En el Gráfico 2 se ve que ambos colectivos escogen mayoritariamente la Didáctica de la Física y la Química, aunque a partir del curso 1997-98 los físicos vean otra posible salida en la Tecnología que se acaba de implantar en la ESO. Sería interesante conocer por qué consideran más interesante esta opción -Didáctica de la Física y de la Química- que las otras: ¿es elegida porque se consideran más preparados para la docencia en estas dos materias frente a otras más recientes y presumiblemente con mejores expectativas laborales?.

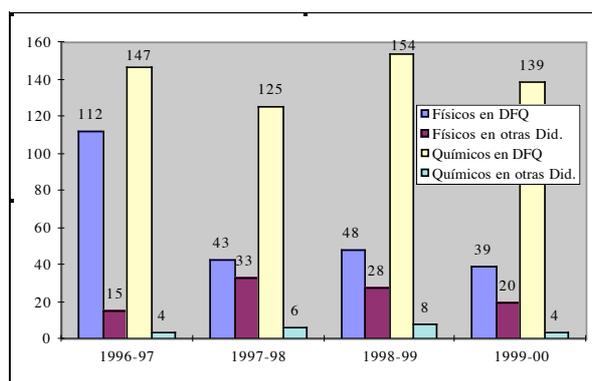


GRÁFICO 2. N° de físicos y de químicos matriculados en el CAP (por seminario escogido).

Hasta aquí hemos elaborado una aproximación al perfil de los asistentes al seminario de Didáctica de la Física y de la Química, pero ¿qué se encuentran en este seminario?. Los **objetivos** que se pretenden en los seminarios de didáctica específica (Zabalza et al., 1997) son:

- Situar a los futuros profesores en condiciones de realizar una revisión crítica de la visión/ representación que tienen sobre la enseñanza de su área o disciplina.
- Proporcionarles conceptos y teorías que les permitan cuestionar las prácticas docentes de "sentido común" y fomentar hábitos de reflexión que conduzcan a un cambio didáctico.

- Analizar los problemas de la enseñanza del área referidos a metas educativas, selección de contenidos, estrategias y recursos de enseñanza y criterios e instrumentos de evaluación.
- Aproximarlos a la nueva configuración de los currículos (...) en la ESO y los Bachilleratos (...).
- Proporcionar criterios y orientaciones para el diseño y desarrollo de propuestas de enseñanza innovadoras, haciendo una revisión de la producción de materiales curriculares en el área.

En base a estos objetivos, *los contenidos* se distribuyen, en este seminario, a lo largo de un programa con los siguientes puntos: una introducción a la epistemología de la ciencia; los problemas asociados a la construcción del conocimiento en ciencias; los distintos modelos de enseñanza, así como también (y separadamente) algunos modelos de aprendizaje de las ciencias; recursos didácticos adecuados a los contenidos de la reforma; la evaluación y su importancia como eje vertebrador de la enseñanza; y finalmente análisis y diseño de proyectos curriculares.

En cuanto a *la metodología* de las didácticas específicas, Zabalza et al. (1997) dicen que:

- Se considerará la formación ambiental de los estudiantes, se analizarán sus implicaciones disciplinares, pedagógicas e ideológicas y se contrastarán con los resultados de la investigación.
- La relación teoría práctica constituye un aspecto fundamental del Seminario. (...) se analizarán situaciones de aula (...) ya que la formación debe ir orientada a facilitar la resolución de problemas, no a proporcionarles una teoría o un modelo supuestamente más innovador que otros.
- La dimensión colectiva de la profesión docente y la preparación para participar en proyectos colectivos de innovación educativa aconseja recurrir al trabajo en equipo de forma habitual en el desarrollo del Seminario.

En cuanto a *la evaluación* del seminario, se indica en Zabalza et al. (1997) que se tendrá en cuenta el cambio de concepciones que los asistentes declaren en cuanto a la enseñanza y aprendizaje de su área, la participación y la realización de los trabajos que se propongan a lo largo del seminario; pero más concretamente se tendrá en cuenta la asistencia regular al mismo y no se permitirán ausencias que superen el 10% de su duración.

Esto es lo que se encuentran los asistentes a las didácticas específicas, y en particular a la Didáctica de la Física y la Química. Pero una vez finalizado el CAP, ¿que opinión les merece este curso?. Disponemos de los datos de los dos últimos cursos, muy similares entre sí:

- la valoración global del seminario es positiva pero está entorno a los 2'5 puntos (un "aprobado raspado", puesto que la escala varía entre 1 y 4 puntos).
- es sintomático que, de los catorce ítems del cuestionario, sólo el correspondiente al interés del contenido supere el 3 por muy poco; sin embargo, la satisfacción por la metodología es puntuada sólo con un 2'17, y la adecuación de la evaluación con un 2'10.
- aquellos ítems que los alumnos puntúan positivamente (mayor de 2'5) son: Presentación y discusión del programa, Claridad de las exposiciones, Coordinación entre el profesorado, Interés de los materiales y documentos, e Interés del contenido.
- puntúan negativamente (menor de 2'5) los siguiente ítems: Claridad de los objetivos, Interés de las actividades, Satisfacción con la metodología, Disponibilidad del profesorado, Relación con el profesorado, Participación del alumnado, Cumplimiento del horario, Adecuación de la evaluación, y Aplicabilidad de la temática.

## CONCLUSIONES

Del análisis del perfil de los alumnos que asisten al CAP, se infiere que hay un gran interés por parte de los físicos y de los químicos hacia la enseñanza. No entraremos a discutir acerca de si éste es verdadero o viene provocado por las demandas del mercado de trabajo. A pesar de que estas titulaciones acredita que están bien formados como científicos y que pueden incorporar inmediatamente al mercado de trabajo sin necesidad de ningún curso de capacitación, lejos de disminuir, parece que la proporción se mantiene, al menos durante los últimos cursos.

De los objetivos y de la metodología declarada en Zabalza et al. (1997) se desprende que se busca un profesional crítico y reflexivo con su práctica docente, y a la vez innovador. En ellos se critica además la formación "ambiental" que los futuros profesores han experimentado durante su larga vida como estudiantes. Sin embargo, para "compensarla" se contraponen un único curso con una duración de 15 créditos en el cual los futuros profesores tienen que formarse en la didáctica específica de su área y en los fundamentos de distintas disciplinas psicopedagógicas.

Formarse en estas áreas implica también dominar mínimamente su lenguaje, por no decir su cultura (Lemke, 1997; Latour y Woolgar, 1995); ésta es precisamente la labor a la que se han dedicado durante los últimos cursos de su carrera universitaria aunque en áreas totalmente disconexas con la psicología, la pedagogía, la didáctica e incluso la epistemología. Esto constituye un gran obstáculo para convertirse en los profesores que demanda la LOGSE. ¿Será eso lo que nos quieren decir los alumnos del CAP cuando evalúan negativamente la Claridad de los objetivos, el Interés de las actividades, o la Satisfacción con la metodología?. No olvidemos que los titulados universitarios son el

culmen del sistema educativo, los que han alcanzado el éxito a pesar de (¿o gracias a?) la metodología que se empleó con ellos.

Es curioso que en la evaluación, los alumnos del CAP puntúen positivamente el Interés del contenido y, sin embargo, lo hagan negativamente con la Satisfacción con la metodología o con la Aplicabilidad de la temática. Posiblemente la causa haya que buscarla en cómo se organizan los grupos en el CAP: los grupos superan en muchos casos los 50 alumnos, lo cual impide una metodología distinta de la habitual; a esto debemos unir que, en el bloque de formación psicopedagógica, pueden estar en el mismo aula varios grupos que se dividirán sólo al llegar a la Didáctica específica, que el ICE no dispone de aulas suficientes para todos los grupos y se ve obligado a utilizar aulas de otras facultades e incluso institutos de secundaria, y que las aulas suelen ser de bancos corridos que imposibilitan el trabajo en grupos.

Los profesores que imparten docencia en el CAP son, aún para el caso de la Didáctica de la Física y Química, varios y tienen diferentes procedencias (Educación Secundaria, Bachillerato, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales) lo que dificulta la coordinación sobre los diferentes contenidos a impartir, la metodología desarrollada y la propia evaluación. Es nula la coordinación con los profesores tutores de prácticas, lo que redundará en una desconexión entre teoría y práctica docente. Atendiendo a estas limitaciones, parece difícil dar una formación "ambiental" que compense años de asistencia a clases magistrales.

También conviene destacar que uno de los criterios de evaluación "más concretos" es la asistencia a los seminarios y no olvidamos que lo que no se evalúa adecuadamente se devalúa.

Nos encontramos así que, en nuestra universidad, la formación inicial del profesorado de Física y Química de Educación Secundaria, responde a un modelo sumativo en el que a los contenidos científicos se suman los psicopedagógicos, los didácticos y los prácticos, modelo descalificado desde hace tiempo por la propia administración autonómica (XUGA, 1990, p. 4).

Las cosas no parecen haber mejorado mucho a lo largo de los diez últimos años, pues dicho modelo sigue siendo criticado por investigadores de todo el Estado Español (Gil, 1991; Furió, 1994; Pro, 1995; Porlán et al., 1997; Mellado, 1999; Sánchez y Valcárcel, 2000). Un modelo sumativo que resulta insuficiente para que los futuros profesores integren y transformen los diferentes conocimientos recibidos y que no da respuesta a las demandas que reclaman los profesores en ejercicio para mejorar los programas de formación (Sánchez y Valcárcel, 2000):

- Conocer analogías, hechos y procesos con los que ejemplificar los contenidos.
- Tener acceso a nuevas propuestas de enseñanza, planes concretos y materiales curriculares.
- Conocer mejor a los alumnos y disponer de herramientas sobre la dinámica de la clase.

- Contar con el asesoramiento de profesores con experiencia que los orienten sobre qué y cómo enseñar, sobre las dificultades de los alumnos y las actividades más adecuadas.

La importancia de promover el desarrollo adecuado del conocimiento didáctico del contenido ha sido suficientemente reclamada (Mellado, 1999; Sánchez y Valcárcel, 2000). Así, para buscar la integración de la teoría y la práctica, Sánchez y Valcárcel (2000) proponen que estén presentes el diseño, desarrollo y evaluación de unidades didácticas. Pro (1995) distingue cinco grandes áreas desde las que se puede incidir en un plan de formación: conocimiento científico, conocimiento psicopedagógico, conocimiento práctico, planificación de unidades didácticas e intervención en el aula...

De manera semejante, Mellado (1998), Porlán y Rivero (1998) y Pro (1995) se manifiestan a favor de modelos que integren el conocimiento del contenido en un conocimiento profesional, tal que el conocimiento del contenido que adquiera el futuro profesor sea significativo, útil y relacionado con su profesión. Este debe capacitarle para desarrollar destrezas y actitudes que le permitan transformar y organizar el conocimiento de la materia, de manera que pueda enseñarla de forma efectiva a sus futuros alumnos (Domínguez, 2000; Mellado, 2000).

El problema surge cuando hemos de definir el contexto para el desarrollo más adecuado de la formación de profesores de secundaria diseñada desde el modelo de integración defendido hasta aquí. Conseguir el escenario más adecuado para la formación de profesionales de la enseñanza, supone cambios profundos en la legislación y en la organización de dicha formación.

Por otra parte el curso de postgrado (CCP) que establece la LOGSE tampoco creemos que sea la solución. Está encontrando grandes obstáculos para su puesta en marcha: alarga innecesariamente la formación del futuro profesor (5 años de licenciatura + un año para el CCP) y se basa en el modelo sumativo que estamos cuestionando, pues las didácticas y el conocimiento profesional siguen desconectados de los contenidos disciplinares, con el inconveniente adicional de que los licenciados que acceden a los cursos de postgrado consideran la Enseñanza como una salida de segundo orden y están desmotivados (Martínez et al. 1993; Mellado 2000).

Sobre cómo resolver el problema, coincidimos con Mellado (2000) en que el profesorado de ciencias de secundaria ha de tener una formación científica específica, con las materias de Didáctica de las Ciencias, las Psicopedagógicas Generales y las Prácticas de Enseñanza integradas en una licenciatura diseñada para ello. Aunque pudiera parecer novedoso lo que hemos dicho, en el documento marco para la formación continuada del profesorado de niveles no universitarios en la Comunidad Autónoma de Galicia ya se contemplaban directrices en este sentido (XUGA, 1990, p. 7).

Probablemente, en la situación actual, sería posible organizar dicha formación profesionalizadora en el marco de un Segundo Ciclo Universitario (dos cursos) al que se accediese desde los primeros ciclos (3 cursos) de las titulaciones (Física, Química, ...) y en el que se integrasen las citadas cinco grandes áreas (Pro, 1995), desde las que se pudiese incidir con garantías en un plan de formación de profesionales conscientes de que enseñar

es un proceso que incluye un conjunto de destrezas mediante las que se integran en la práctica una serie de compromisos teóricos derivados de los modelos de profesor, ampliamente desarrollados en este trabajo, propuestos por la Reforma y por la Investigación en Enseñanza de las Ciencias.

Es necesario un plan de formación que considere la organización del aula, dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, como un elemento fundamental para propiciar el aprendizaje significativo, pues ha de favorecer actitudes como la tolerancia, el trabajo responsable y la actividad intelectual del estudiante y propiciar su participación. Pero, además, también debe sintonizar con los intereses y preferencias que el alumnado tiene respecto al desarrollo de las clases, si se quiere contar con su colaboración. Un modelo de formación de profesores que considere el aula como un sistema multivariable cuya organización supone aglutinar y hacer compatibles todas las variables indicadas, sin olvidar que se está tratando con un grupo real de estudiantes, de procedencia y nivel heterogéneos, a los que hay que poner en situación de aprendizaje (Pro et al., 1997; Domínguez, 2000).

En este escenario el prácticum se organizaría a lo largo de los dos cursos académicos. Durante el primero el futuro profesor adquiriría conocimiento del entorno escolar; para ello sería fundamental la coordinación entre el profesor en formación, el profesor en ejercicio y el profesorado de las áreas de conocimiento psicopedagógicas. Durante el segundo curso, de forma coordinada, el profesor en formación, el profesor en ejercicio y el profesorado del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, diseñarían un plan de acción en que se contemplase la planificación y la implementación en el aula de unidades didácticas en las que se abordase de modo específico el conocimiento didáctico de aquellos aspectos que tienen una mayor relevancia en cada nivel educativo, de manera que los futuros profesores puedan iniciar su práctica docente con un conocimiento didáctico más útil.

Este modelo de organización redundaría además en la formación permanente de los profesores en ejercicio pues, de la coordinación entre profesores en formación, profesores en ejercicio y profesores universitarios, se derivaría no sólo la actualización de los contenidos didácticos resultantes de la investigación en Didáctica de las Ciencias sino también la actualización de los contenidos disciplinares (Gil, 1993), necesaria en una sociedad cambiante en la que los conocimientos avanzan y se renuevan constantemente (Mellado, 2000).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la DGES la financiación del proyecto (PB98-0616).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNAY, J. (1997). Reflexiones para un debate sobre la construcción del conocimiento en la escuela: hacia una cultura científica escolar. En RODRIGO y ARNAY (comps). *La construcción del conocimiento escolar*. Barcelona: Paidós.
- DOMÍNGUEZ, J.M. (2000). *Evolución de las formas de hacer y de pensar sobre un sistema material en el marco de la termodinámica y del modelo de partículas. Estudio mediante esquemas de acción y de razonamiento*. Tesis de Doctorado. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela.
- CHEVALLARD, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée sauvage.

- CROSS, R. y PRICE, R. (1996). Science teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (3), 319-333.
- DRIVER, R. y NEWTON, P. (1997). *Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms*. Paper presentado en la conferencia anual de ESERA. Roma.
- DRIVER, R. et al. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23 (7), 5-12.
- DUSCHL, R.A. (1995). Mas allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 3-14.
- DUSCHL, R.A. (1997). *Renovar la Enseñanza de las Ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
- EICHINGER, D. et al. (1991). *An illustration of the roles of Content knowledge, Scientific Argument and Social norms in Collaborative Problem-solving*. Paper presentado en la conferencia anual de AERA. Chicago.
- FOUREZ, G. (1994). *La construcción del conocimiento científico: filosofía y ética de la ciencia*. Madrid: Narcea.
- FURIÓ, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 188-199.
- GEDDIS, A. (1991). Improving the quality of science discourse on controversial issues. *Science Education*, 75, 169-183.
- GIL, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias*, 4 (2), 111-122.
- GIL, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las ciencias*, 9 (1), 69-77.
- GIL, D. (1993). Aportaciones de la didáctica de las ciencias a la formación del profesorado. En Montero y Vez (eds.). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado* (pp. 277-293). Santiago de Compostela: Tórculo.
- GIMENO, J. (1992). ¿Qué son los contenidos de la enseñanza? En Gimeno y Pérez *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.
- HALWACHS, F. (1983). La física del profesor entre la física del físico y la física del alumno. En Coll (comp.). *Psicología genética y aprendizajes escolares*. Madrid: Siglo XXI.
- HEWSON, P.W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3 (4), 383-396.
- HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- JIMÉNEZ, M<sup>a</sup>.P y SANMARTÍ, N. (1997). ¿Qué ciencia enseñar?: Objetivos y Contenidos en la Educación Secundaria. En Del Carmen (coord.). *La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE/HORSORI.
- JOHNSON, D.W. y JOHNSON, F.P. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive and individualistic learning*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- LATOUR, B. y WOOLGAR, S. (1995). *La vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza.
- LEMKE, J. L. (1997). *Aprender a hablar de ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- MARTÍNEZ, C.; GARCÍA, S. y MONDELO, M. (1993). Las ideas de los profesores de ciencias sobre la formación docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), 26-32.
- MEC (1990). *Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo*. BOE 238, de 4 de octubre.
- MEC (1991). *Real Decreto 1007/1991, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria*. BOE 152, de 26 de junio.
- MELLADO, V. (1998). La investigación sobre el profesorado de Ciencias Experimentales. En Banet y Pro (eds.). *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*. Vol. I (pp. 272-283). Murcia: DM.
- MELLADO, V. (1999). La investigación sobre la formación del profesorado de Ciencias Experimentales. En Martínez y García (eds.). *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. (pp. 45-76). Universidade da Coruña: Servicio Publicaciones Universidade.
- MELLADO, V. (2000). ¿Es adecuada la formación científica del profesorado de ciencias de secundaria para sus necesidades profesionales? *Alambique*, 24, 57-65.
- NORMAN, D.A. (1987). *Perspectivas de la ciencia cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- NORRIS, S.P.; PHILLIPS, L.M. (1994). Interpreting pragmatic meaning when reading popular reports of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (9), 947-967.
- OSBORNE, R.; WITTRICK, M.C. (1983). Learning science: a generative process. *Science Education*, 67 (4), 489-508.
- PÉREZ GÓMEZ, A. (1987). El pensamiento del profesor, vínculo entre la teoría y la práctica. *Revista de Educación*, 284, 199-221.

- PONTECORVO, C.; GIRARDET, H. (1993). Arguing and reasoning in Understanding Historical Topics. *Cognition and Instruction*, 11 (3 y 4), 365-395.
- PONTECORVO, C.; ORSOLINI, M. (1992). Analizando los discursos de las prácticas alfabetizadoras desde la teoría de la actividad. *Infancia y Aprendizaje*, 58, 125-141.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. y MARTÍN, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-171.
- POSNER, G.J *et al.* (1982). Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, *Science Education*, 62 (2), 211-227.
- PRO, A. (1995). ¿La formación del profesor de secundaria vs. profesor-tutor de prácticas de secundaria? En Blanco y Mellado (Coord.). *La formación del profesorado de Ciencias y Matemáticas en España y Portugal*. Badajoz: Diputación Provincial.
- PRO, A.; HERNÁNDEZ, L. y SAURA, O. (1997). La compleja tarea de enseñar la ciencia escolar: dificultades para incorporar la actualidad científica al aula. *Publicaciones*, 25, 161-183.
- RICHMON, G. y STRILEY, J. (1996). Making meaning in classrooms: Social processes in small group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (8), 839-858.
- RUSSELL, T.L. (1983). Analizing arguments in science classroom discourse: can teachers' questions distort scientific authority? *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (1), 27-45.
- SÁNCHEZ, G. y VALCÁRCEL, M.V. (2000). Relación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico del contenido: un problema en la formación inicial del profesor de secundaria. *Alambique*, 24, 78-86.
- SHÖN, D.A. (1993). Teaching and Learning as a Reflective Conversation. En Montero y Vez (Eds.). *Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado*. Vol I. Santiago de Compostela: Tórculo Artes Gráficas.
- SHULMAN, L. (1986). To who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- SOLOMON, J. (1991). Group discussions in the classroom. *School Science Review*, 72, 29-34.
- VÁZQUEZ, A. y MANASERO, M.A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 337-346.
- XUGA (1990). *Formación continuada do profesorado de niveis non universitarios na Comunidade Autónoma de Galicia*. Santiago de Compostela: Consellería de Educación e Ordenación Universitaria.
- ZABALZA, M.A. *et al.* (1997) *La Formación Inicial del Profesorado de Secundaria de Galicia: Análisis del modelo CAP y propuestas para una paulatina y reflexiva incorporación del modelo CCP*. Santiago de Compostela: Tórculo Artes Gráficas.