

# LA FORMACION DIDACTICA DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

VICENTE MELLADO JIMENEZ

## RESUMEN

En la primera parte del trabajo revisamos investigaciones sobre el profesorado universitario de ciencias experimentales en los siguientes aspectos: antecedentes, concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, concepciones sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, actitudes y conocimiento práctico. En la segunda parte formulamos un marco de formación del profesorado que desarrolle los conocimientos profesionales necesarios para aprender a enseñar ciencias en la Universidad.

## ABSTRACT

In the first part of the work, we review the research on university Science teachers with relation to the following aspects: antecedents, conceptions of the nature of science, conceptions of science teaching/learning, attitudes and practical knowledge. In the second part we formulate a framework of teacher education designed to develop the professional knowledge required for learning to teach Science at University.

## PALABRAS CLAVE

Formación del profesorado, Universidad, Ciencias Experimentales.

## KEYWORDS

Teacher education, University, Experimental science.

## 1. INTRODUCCION

De las dos funciones básicas del profesorado universitario, la docencia y la investigación, es la segunda la que al profesor le reporta los mayores beneficios para su economía, promoción y prestigio académico. En este contexto, no es de extrañar que la docencia tenga menos atractivos que la investigación en la Universidad y que exista poca preocupación por la formación docente. Además, prevalece un pensamiento docente espontáneo con tópicos, concepciones y dogmas didácticos todavía dominantes en muchos profesores universitarios, que refuerzan la idea de que para ser profesor es suficiente con tener conocimientos de la materia a enseñar, experiencia, sentido común y cualidades personales innatas (Cruz, 1994, Gil *et al.*, 1991; Santos, 1993). Aunque esta situación no es exclusiva de España, recordemos el reciente informe Dearing (1998) sobre la educación universitaria en Gran Bretaña, la generalización en nuestro país de los estudios universitarios en los últimos veinte años ha agudizado problemas específicos de fracaso escolar, desmotivación y abandono por parte de los estudiantes, a los que ha contribuido también la mínima preparación didáctica del profesorado universitario (Benedito, 1993). En algunas Universidades se están iniciando experiencias de formación didáctica para el profesorado que pueden servir de esperanzadora referencia para el futuro, pero es indudable que la formación didáctica del profesorado no está suficientemente considerada y son numerosas las barreras y

prejuicios que hay que vencer. El propio Consejo de Universidades (1994) reconoce que "el desarrollo de la enseñanza en las titulaciones evaluadas está poco planificado y el profesorado parece tener poco interés por la calidad pedagógica a la vista de los mecanismos, casi exclusivamente tradicionales que incorpora a sus clases". Otro problema derivado de los anteriores es el divorcio entre investigación, dirigida casi con exclusividad a la temática científica del profesor, y docencia (Mingorance, Mayor y Marcelo, 1993).

Paradójicamente, la preocupación por el profesorado de ciencias de primaria y secundaria y por los programas de formación es un tema prioritario en la investigación educativa en los últimos veinte años, en los que se ha evolucionado desde los paradigmas de racionalidad técnica, a paradigmas como el del "pensamiento del profesor" (Marcelo, 1987) que concibe al profesor como un sujeto reflexivo, que tiene concepciones, emite juicios, toma decisiones y genera rutinas y conocimiento práctico propias de su desarrollo profesional. Otra importante línea de investigación, iniciada a partir de los estudios de Shulman (1986) considera que los profesores desarrollan un Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) específico para cada materia, que es elaborado por los profesores de forma personal en la práctica de la enseñanza, constituye un cuerpo de conocimientos que distingue a la enseñanza como profesión, y es una forma de razonamiento y acción pedagógica por medio de la cual los profesores transforman la materia en representaciones comprensibles a los estudiantes. En didáctica de las ciencias experimentales se produce una consolidación del constructivismo como marco teórico mayoritario, lo que impregna la investigación del profesorado, y comienzan a ponerse en práctica programas de formación del profesorado de ciencias con un fundamento constructivista. Estos programas parten del análisis de las propias concepciones, roles, conocimientos, actitudes y conducta en el aula de los profesores, para a partir de ellos construir nuevo conocimiento profesional (Mellado, 1998b).

## **2. ¿QUÉ SABEMOS SOBRE EL PROFESORADO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES?**

Para realizar esta revisión tomamos como referencia los escasos trabajos disponibles con profesorado universitario de ciencias experimentales, así como algunos de los resultados de las numerosas investigaciones con profesorado de ciencias no universitario (Mellado, 1998b) que pueden indicarnos problemas similares o futuros caminos de investigación. Hay que comenzar señalando que cuando los profesores universitarios comienzan a enseñar tienen ya ideas, concepciones y actitudes sobre la ciencia y sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, fruto de los muchos años que han pasado como escolares y como alumnos universitarios, asumiendo o rechazando, a menudo implícitamente, los roles de los profesores que han tenido en su etapa formativa. La influencia de sus antecedentes como alumnos se manifiesta en que muchos profesores enseñan de la misma forma en que fueron enseñados o favorecen enfoques didácticos muy similares a los que preferían cuando ellos mismos eran alumnos (Trumbull y Kerr, 1993).

En relación a las concepciones del profesorado sobre la naturaleza de las ciencias, las investigaciones realizadas encuadran a la mayoría en alguna de las formas del positivismo. Carniatio y Fossa (1998) realizan una investigación cualitativa de profesores de universidad de la licenciatura de biología para la formación del profesorado y señalan que reflejan una visión simplista y dogmática de la ciencia. Calatayud y Gil (1993) en un estudio con profesores de las Facultades de Ciencias, señalan que los profesores se limitan a los

conocimientos conceptuales y presentan una imagen de ciencia acabada, olvidando aspectos históricos, sociales e incluso metodológicos. Sin embargo otros trabajos nos muestran que aunque los profesores de ciencias tienen rasgos empiristas, no pueden encuadrarse en un inductivismo ingenuo, sino que un alto porcentaje posee un punto de vista ecléctico sobre la naturaleza de la ciencia. En general la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia y la propia historia de la ciencia es un tema escasamente tratado en la mayoría de las carreras de ciencias experimentales en la Universidad, aunque existen ya numerosos trabajos que señalan la necesidad de formación epistemológica para el profesorado, tanto en su faceta de investigadores como de docentes (Santisteban, 1994).

En cuanto a la influencia de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en la práctica del aula al enseñar ciencias, cada vez hay más investigaciones con profesorado no universitario que no encuentran relación entre éstas concepciones y la conducta docente en la clase (Lederman, 1992; Mellado, 1998a; Tobin y McRobbie, 1997), y consideran que otros muchos factores tienen mayor influencia en la conducta del profesor en el aula. Aún en los casos en que los profesores tienen formación en temas de filosofía de la ciencia, ésta apenas se refleja en sus clases, si los profesores carecen de conocimiento funcional para llevarlo a cabo (Abd-El-Khalick, Bell y Lederman, 1998). Habría que determinar si existe correlación entre concepciones y conductas docentes en el profesorado universitario.

En relación a las concepciones del profesorado sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, un grupo de investigaciones, tanto cuantitativas como cualitativas, les asignan mayoritariamente concepciones tradicionales transmisivas sobre la enseñanza. Carniatio y Fossa (1998) señalan que los profesores universitarios analizados siguen un modelo tradicional-transmisivo, consideran al estudiante como "tabula rasa" frente a cada nuevo contenido, tienen en clase un lenguaje excesivamente coloquial, con preguntas meramente retóricas, y no consideran los obstáculos epistemológicos de los estudiantes ni sus ideas previas sobre los fenómenos tratados. Los resultados de Calatayud y Gil (1993), obtenidos a través de entrevistas a 39 profesores de Facultades de Ciencias, indican que la concepción dominante es la de considerar a la enseñanza como una actividad simple para la que bastan conocimientos científicos, sentido común, experiencia y algunos complementos sobre pedagogía general, olvidando la didáctica de las ciencias. Sin embargo otros trabajos, muestran que junto a profesores con una orientación tradicional transmisiva, existen otros que comienzan a considerar algunos de los resultados de la investigación didáctica. Fernández *et al.* (1998) en un estudio cuantitativo del profesorado de la licenciatura de Biología de la Complutense y de Alcalá de Henares indican que una gran mayoría afirma que hay que tener en cuenta las ideas previas de los alumnos porque pueden existir concepciones erróneas que dificultan el aprendizaje; de éstos, una cuarta parte indica que realiza una encuesta inicial y dos tercios que conoce las ideas alternativas a través de preguntas en clase o estudiando los contenidos de las asignaturas cursadas. Sin embargo la mayoría atribuye el fracaso escolar a problemas de carácter social o familiar, al propio alumno, a la falta de preparación de los niveles anteriores y en general al sistema educativo, coincidiendo con los resultados de Calatayud y Gil (1993). Sólo una minoría incluye al propio profesorado entre las causas del fracaso de los estudiantes, a pesar de que resulta clave la influencia de los docentes en los resultados de los alumnos (Santisteban, 1994). Mingorance *et al.* (1993), en una investigación realizada con profesores principiantes de la Universidad de Sevilla, señalan como problemas específicos para el profesorado de ciencias la organización de las actividades de clase y la búsqueda de materiales de enseñanza. En un trabajo posterior, Mayor (1995) concluye que los profesores de ciencias más renovadores y con más inquietudes por cambiar sus condiciones profesionales son los principales y los más veteranos. Estos últimos son

los que otorgan un papel más relevante a la docencia y reconocen haber aprendido a enseñar en base a la experiencia.

Otro aspecto a destacar es la importancia de las actitudes del profesorado de ciencias y del ambiente de clase. En primaria y secundaria los alumnos perciben a los buenos profesores de ciencias según el clima social que generan en el aula, relacionándolos con aspectos afectivos más que con los cognitivos. En las actitudes de los profesores influyen, entre otros factores, sus expectativas sobre los alumnos, sus conocimientos de la materia a enseñar y la confianza en su propia eficacia como profesores en relación al aprendizaje de los estudiantes. Los profesores dedican más tiempo y más interés a las áreas en las que se sienten más seguros y se creen más eficaces, lo que repercute en su enseñanza y en el aprendizaje de los alumnos. Habría que determinar la influencia de todos estos factores en las aulas universitarias.

La consideración de la complejidad del aula, lleva a algunos investigadores a resaltar la importancia del conocimiento práctico sobre las situaciones de clase. El conocimiento práctico es el que guía la conducta docente en el aula, y a menudo no se corresponde con las concepciones y los conocimientos teóricos, ya que un profesor puede tener determinadas concepciones y sin embargo no realizar una práctica de aula consistente con sus creencias, porque le falten esquemas prácticos de acción en el aula (Mellado, 1998c; Tobin, 1993). Las investigaciones realizadas con profesores de ciencias de primaria y secundaria muestran que en el aula los profesores de ciencias construyen modelos instruccionales de actuación guiados por principios prácticos y funcionales. Estos modelos no son simples, sino complejos y polifacéticos, se desarrollan de forma lenta y gradual a través de la experiencia y de un considerable esfuerzo y preparación profesional, y, a veces, son contradictorios con sus creencias explícitas. Una línea de investigación que nos aporta datos sobre la evolución del conocimiento práctico son los estudios de caso de profesores de ciencias, tanto expertos como principiantes. Algunos rasgos característicos de los expertos de secundaria son la dirección y organización de la clase y del contenido; el ritmo y uso del tiempo; la individualización del aprendizaje; el uso de ejemplos, analogías y formas de representación del contenido; la anticipación de contenidos y de resúmenes; la calidad de las preguntas dirigidas a los estudiantes; el clima de clase, etc. También en este aspecto es incipiente la investigación con el profesorado universitario.

En resumen, actualmente contamos con un número considerable de investigaciones sobre el profesorado de ciencias no universitario, pero son muy escasos los trabajos con profesorado de carreras de ciencias de la Universidad. Son necesarias muchas más investigaciones sobre las concepciones del profesorado universitario, tanto implícitas como expuestas, sobre sus conductas docentes y los factores que influyen en ellas, y sobre el modo en que se desarrolla el conocimiento didáctico del contenido de cada materia. Los pocos datos disponibles del profesorado universitario y la disparidad de las metodologías de investigación utilizadas hace difícil la comparación de los resultados y el establecimiento de conclusiones sólidas. En los últimos años es mayoritario el empleo de metodologías de investigación cualitativas, más apropiadas para profundizar en el estudio de las concepciones implícitas o tácitas y en la conducta del profesor en el aula, aunque sus resultados son menos generalizables. Finalmente resaltar que en las pocas investigaciones disponibles se han estudiado sólo algunas de las variables que intervienen en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Sería necesario realizar investigaciones globales que tengan en cuenta todos los aspectos interrelacionados que influyen en la complejidad del aula: el profesor y la enseñanza, el tema específico de ciencias y su relación con otros, los estudiantes y el aprendizaje, así como otros elementos curriculares y de contexto.

### 3. LA FORMACION DEL PROFESORADO UNIVERSITARIO PRINCIPIANTE DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

El profesor de ciencias tiene que aprender una serie de conocimientos profesionales académicos que incluyen, entre otros, los del contenido de ciencias, los psicopedagógicos generales y los de didáctica de las ciencias.

Aunque no nos ocuparemos del conocimiento de la materia a enseñar, hay que señalar que muchos profesores principiantes de secundaria organizan el contenido científico basándose fundamentalmente en el libro de texto o en sus propias experiencias como alumnos en la Universidad (Pavón, 1996), y es bastante probable que este último factor tenga aún mayor influencia en los principiantes de Universidad. Otro aspecto conocido es que algunos profesores de ciencias de secundaria tienen ideas alternativas sobre conceptos científicos, en ocasiones coincidentes con las de sus alumnos, y que no han superado durante una formación universitaria centrada en el contenido científico sin considerar las dificultades de aprendizaje y de enseñanza del contenido.

En cuanto a la formación pedagógica, sería necesario superar el modelo de formación que limita la didáctica a cursos generales sobre educación desconectados de contenidos concretos y de la propia didáctica de las ciencias (Calatayud y Gil, 1993). En la investigación realizada con profesorado principalmente por Mingorance *et al.* (1993), se subraya la gran diferencia entre los problemas docentes que perciben los profesores según las distintas titulaciones y la necesidad de que la formación parta de los problemas reales y concretos, lo que supone atender la materia y los rasgos específicos que caracterizan a cada titulación. No haremos mención a los aspectos generales y comunes de la formación pedagógica, ampliamente tratados por otros autores, y nos ocuparemos específicamente de algunos aspectos de la formación en didáctica de las ciencias.

La didáctica de las ciencias se ha desarrollado ampliamente en los últimos veinte años, formando un cuerpo específico de conocimiento, que pueden encontrarse en multitud de libros y revistas especializadas, abarcando teorías del aprendizaje de las ciencias, ideas intuitivas de los estudiantes sobre cada tópico específico, características de los alumnos (actitudes, motivación, nivel de maduración, etc.), estrategias de enseñanza de las ciencias, organización del aula de ciencias (principios, reglas y rutinas, uso del tiempo, etc.), resolución de problemas, trabajos prácticos de ciencias y de laboratorio escolar, conocimientos del currículo, recursos en la clase de ciencias (textos, medios audiovisuales, materiales didácticos, etc.), la evaluación de las ciencias, etc. Su conocimiento, adaptado al nivel universitario, es una condición necesaria pero no suficiente para que el profesor aprenda a enseñar ciencias, ya que hay aspectos del conocimiento práctico del profesor que pueden no verse afectados por sus conocimientos académicos, teóricos o proposicionales.

En nuestra opinión, existe un componente profesional de los profesores que denominamos dinámica (Mellado, 1998a), y que tiene un *status* epistemológico diferente que la componente académica, tanto del conocimiento del contenido, como del conocimiento psicopedagógico general o del propio conocimiento académico de didáctica de las ciencias. Aunque la componente dinámica se genera y evoluciona a partir de los propios conocimientos, creencias y actitudes, no es un conocimiento proposicional (Mumby y Russell, 1998) y requiere de la práctica de la enseñanza de la materia específica en contextos concretos y de la implicación y reflexión personal sobre el propio proceso de enseñanza (Schön, 1983). A esta componente es a la que nos referiremos a continuación.

Un primer aspecto es que los profesores tienen concepciones, roles y actitudes sobre la ciencia y su enseñanza y aprendizaje, sobre los que es necesario reflexionar durante su etapa de formación inicial, para construir a partir de ellos el nuevo conocimiento. Sin embargo aunque el profesor haya reflexionado sobre sus concepciones e iniciado un desarrollo de las mismas, no está garantizado ni el cambio conceptual ni su transferencia al aula como conducta docente, si no ha desarrollado esquemas prácticos de acción en el aula. En consecuencia es necesario que el profesor principiante pueda reconstruir sus propias teorías personales sobre la enseñanza y el aprendizaje en contextos específicos de enseñanza, y que simultáneamente pueda construir más conocimiento procedimental y más esquemas prácticos de acción en el aula (Gunstone y Northfield, 1994). En este proceso, la reflexión crítica en y sobre la práctica de la enseñanza de la materia específica juega un papel esencial (Benedito, 1993; Carniatio y Fossa, 1998), ya que permite al profesor analizar su conducta en clase, contrastarla con sus conocimientos y concepciones previas, y con la conducta docente de otros profesores y, en un proceso de retroacción continuo, redefinir sus conocimientos, concepciones y estrategias de enseñanza y volverlos a poner en práctica. La dificultad de diagnosticar y analizar las concepciones de los profesores y sus conductas docentes obliga a utilizar en los programas de formación metodologías cualitativas de indagación, basadas en las necesidades individuales de los profesores y adaptadas a la materia específica: entrevistas clínicas, observaciones de clase grabadas en video, etc.

Marcelo (1992) defiende la utilización de los estudios de casos en la formación de profesores principiantes porque: a) les ayudan a desarrollar destrezas de análisis crítico y de resolución de problemas, b) provocan una práctica reflexiva y una acción deliberativa; c) ayudan a familiarizarse con el análisis y la acción en situaciones complejas; d) les implica en su propio aprendizaje; y e) promueve un ambiente de trabajo en colaboración. Los estudios de caso se están utilizando ya en algunas investigaciones en la formación del profesorado universitario de ciencias experimentales (Corniatio y Fossa, 1998; Leiva y Llopis, 1993). Sin embargo, los profesores, los alumnos y los contextos son muy diferentes unos de otros y con este proceso no se pretende dar recetas a los profesores en formación, sino fomentar en ellos la reflexión, la capacidad de formación y desarrollo, y la confianza y motivación que les ayude a encontrar su propio estilo personal y a tener la capacidad crítica para reaccionar ante diversos contextos. En la formación inicial pueden utilizarse estudios de caso de profesores de ciencias en distintas etapas de su desarrollo profesional: a) de los propios profesores principiantes para que reflexionen y analicen su conducta docente en el aula y la comparen con sus concepciones previas y con los conocimientos académicos adquiridos; b) de otros profesores principiantes para comparar problemas y soluciones, potenciar el aprendizaje cooperativo y para facilitar la socialización; y c) de profesores de ciencias considerados excelentes, para que a partir de ellos los principiantes puedan reflexionar sobre las actividades de clase, el ritmo y la secuencia de la misma, los ejemplos y analogías utilizados, el diagnóstico y la intervención en las dificultades de aprendizaje de los alumnos, la evaluación, etc. Las experiencias ejemplares de enseñanza de otros profesores, les pueden inducir además a construir nuevas imágenes y metáforas de sí mismos, a mejorar las actitudes y las creencias en su propia eficacia, y a aumentar su motivación y confianza.

Los estudios de caso pueden fomentar el razonamiento práctico del profesor planteando casos de situaciones problemáticas reales de clase de ciencias sin una solución predeterminada, para que el profesor las analice y resuelva, y posteriormente compare con las soluciones adoptadas en el aula por otros profesores en los estudios de caso disponibles, lo que permite comparar metodologías tradicionales con otras más innovadoras (Leiva y Llopis, 1993). Una dificultad es la escasez de estudios de caso, especialmente de profesores considerados excelentes, "lo cual condena a cada generación de profesores de ciencias a

redescubrir el conocimiento de sus predecesores a través de la experiencia, en vez de construir el conocimiento sobre el éxito de los anteriores profesores de ciencias" (Anderson, 1989, p. 9). Si la investigación no recoge las experiencias de estos profesores para que sean una referencia para los que empiezan en la profesión estaremos perdiendo una de las fuentes más importantes de conocimiento profesional.

Una línea de investigación con notable desarrollo en secundaria está relacionada con los roles y metáforas que adoptan los profesores de ciencias. En ocasiones las concepciones personales de los profesores son tácitas y difíciles de articular, y las metáforas utilizadas en el lenguaje se han mostrado como una poderosa herramienta para articular el pensamiento de los profesores. Numerosas investigaciones señalan que los profesores de ciencias conceptualizan sus creencias y roles en términos de metáforas, las cuales tienen un considerable efecto sobre la práctica que llevan a cabo en el aula. Las creencias cambian cuando el profesor construye nuevos roles a través de la reflexión crítica. Además los profesores de ciencias realizan cambios en sus prácticas pedagógicas si simultáneamente adoptan o construyen nuevas metáforas compatibles con tales cambios. Aunque en este aspecto no disponemos de estudios específicos de profesores universitarios, hay que señalar que algunos de los roles de los profesores de secundaria tienen su origen en los profesores universitarios que han tenido en las carreras de ciencias (Abu Isneineh, 1988).

En los primeros años se realiza la transición de estudiantes a profesores y es una etapa decisiva por las tensiones a que se ven sometidos los profesores principiantes. Estos están más preocupados por su propia actuación que por el aprendizaje de los estudiantes (Cox, 1993) y su inseguridad se acentúa cuando utilizan una estrategia diferente a la transmisiva, lo que puede llevarles a adoptar estrategias transmisivas de supervivencia y de control. Además hay aspectos importantes como la secuencia de enseñanza para un determinado contenido, que el profesor organiza desde sus primeras prácticas de enseñanza, y que posteriormente son muy resistentes al cambio en su vida profesional (Gess-Newsome y Lederman, 1995). El estudio de los dilemas que se producen en esta etapa entre los sentimientos y las expectativas de los profesores principiantes, así como las metáforas que construyen les ayudan a construir su identidad y a integrar lo que buscan y lo que los demás esperan de ellos (Anderson y Volkmann, 1998; Trumbull y Kerr, 1993).

Hay programas que parten de los problemas reales del aula de los profesores principiantes -dificultades e incidencias de aprendizaje de los estudiantes sobre un tema determinado, estrategias de enseñanza que aplican en sus clases, etc.- que son posteriormente analizados y discutidos. Una estrategia utilizada es el cuestionamiento de las concepciones y estrategias de los profesores, mostrando sus inconvenientes. Sin embargo el profesor sólo cambiará su teoría personal cuando la perciba irrelevante para su propia práctica y disponga de nuevas estrategias que les resulten útiles para la práctica de la enseñanza y para el progreso de los estudiantes. Durante la formación se necesitan nuevas ideas sobre estrategias de enseñanza más que fuentes documentales (Dalceggio, 1993).

Numerosos autores (Benedito, 1993; Dalceggio, 1993; Mayor y Sánchez, 1998) coinciden en destacar la importancia del Departamento en la formación del profesorado universitario. Una vía que permite al profesorado principiante adquirir conocimientos de didáctica de las ciencias, ya puesta en práctica en algunas Universidades, consiste en incluir cursos de formación docente o de investigación didáctica en los programas de Doctorado específicos de los Departamentos (Dalceggio, 1993), lo que contribuye, además, a acabar con la separación entre profesor e investigador, ya que el profesor necesita también investigar sobre la didáctica de su asignatura y sobre su propia práctica de enseñanza

(Benedito, 1993; Carniatio y Fossa, 1998). En todo caso es fundamental la consistencia entre los principios pedagógicos que se expresan en los programas de formación y la conducta docente de los formadores de profesores, ya que los principiantes aprenderán más de lo que ven hacer en clase, que de lo que se les dice que hay que hacer (Tobin *et al.* 1994).

Finalmente, es fundamental que en sus años de iniciación a la docencia los profesores principiantes reciban el apoyo de profesores expertos de su materia que les ayuden en los numerosos problemas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias que le plantean en la clase. En la Universidad de Sevilla (Mayor y Sánchez, 1998) se están desarrollando en varias áreas programas de formación para profesores principiantes que fomentan la creación de equipos docentes surgidos en el entorno de los Departamentos, compuestos por un mentor -profesor con amplia experiencia universitaria comprometido con la formación- y un pequeño grupo de profesores principiantes.

#### **4. EL DESARROLLO PROFESIONAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES**

Los profesores de ciencias con experiencia suelen dedicar un tiempo considerable a la investigación y disponen de poco tiempo para la formación didáctica. Aunque busquen ser más eficaces como profesores, no quieren invertir más tiempo del necesario en actividades de formación y desean ante todo opiniones prácticas sobre las ventajas e inconvenientes de nuevos métodos de enseñanza aplicables a su materia (Dalceggio, 1993). Estos profesores han construido, a lo largo de sus años de profesionales, modelos personales de actuación docentes muy estables y consolidados, que evolucionan y cambian muy lentamente. El proceso de cambio es particularmente difícil cuando los referentes de los profesores son mitos culturales, con sus creencias y metáforas asociadas. En la formación hay que hacer análisis críticos, pero huir de reduccionismos, ya que los profesores pueden ser excelentes utilizando estilos y estrategias docentes muy diferentes.

El desarrollo de estos profesores es un proceso de aprendizaje de adultos que tiene tres componentes que hay que tener muy en cuenta en los programas de formación: el personal, el social y el propiamente profesional (Bell y Gilbert, 1994).

El desarrollo personal afecta a los sentimientos del profesor e implica: a) Aceptar como problemáticos algunos aspectos de la propia enseñanza y tomar conciencia de la dificultad de cambiar las concepciones y prácticas de aula. b) Tratar los riesgos y las dificultades personales que suponen realizar cambios: miedo a perder control, conocer y planificar nuevos métodos de enseñanza, relación con los estudiantes, evaluación, etc. Además, intentar enfoques innovadores en instituciones tradicionales implica riesgos personales y profesionales que no siempre se está dispuesto a correr. c) Aumentar los sentimientos de confianza en sí mismos como docentes y la valoración de la propia actividad docente.

El desarrollo social supone ver el aislamiento como problemático y valorar el trabajo en colaboración. Existen experiencias de coenseñanza y de desarrollo profesional cooperativo en el aula que están dando buenos resultados. La propia tutoría de los profesores principiantes se ha mostrado como un buen elemento formativo para los propios profesores de ciencias con experiencia que ejercen como tutores, ya que puede significar trabajar en colaboración con otros compañeros, elaborar proyectos docentes conjuntos, analizar



situaciones de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el contexto real de la clase, y otras muchas actividades que ayudan al profesor a salir del aislamiento y a trabajar en colaboración.

El desarrollo profesional afecta tanto a los conocimientos y concepciones como a la práctica de aula. Cada profesor reconstruye sus concepciones y conocimientos profesionales integrando las nuevas ideas a través de la reflexión de la práctica de la enseñanza de sus materias concretas. En este proceso el estudio de las metáforas y los dilemas son herramientas útiles para conocer las concepciones y roles de los profesores y para estimular el cambio docente. A través de la observación de clase y de los estudios de caso pueden estudiarse los mecanismos de la práctica del aula y su relación con las concepciones y el conocimiento de los profesores. En seminarios de formación docente se utilizan casos y situaciones de enseñanza/aprendizaje, se analizan y comparan distintas soluciones, reflexionando y analizando las distintas estrategias didácticas empleadas, para finalmente elaborar actividades y materiales de enseñanza que puedan resultar útiles para sus propias clases. Una fase importante es la puesta en práctica por cada profesor en su aula de las estrategias y los materiales curriculares elaborados con su influencia en el aprendizaje de los estudiantes, así como la reflexión, evaluación y discusión posterior con el resto de los profesores participantes.

## 5. REFLEXIONES FINALES

1. A diferencia de lo que ocurre en otros niveles educativos, se han realizado muy pocas investigaciones con profesorado universitario de carreras de ciencias experimentales. La disparidad de contextos, paradigmas y metodologías utilizados dificultan, además, la comparación de los resultados. Conocemos algunos de los problemas y caminos que se plantean, pero aún disponemos de pocas conclusiones medianamente sólidas.

2. Cualquier propuesta de formación debe contar con el decidido apoyo de la Universidad, con un clima institucional favorable hacia la calidad docente y la formación del profesorado, y, sobre todo, con la previa aceptación, motivación y compromiso del profesorado (Benedito, 1993). Esto requiere un proceso de sensibilización y motivación y, en definitiva, elevar el *status* de la docencia en la universidad.

3. Los profesores buscan ser eficaces como profesionales, pero tienen poco tiempo disponible, por lo que tienen que percibir la formación didáctica como una experiencia educativa que les sea válida para la enseñanza real y diaria de sus materias específicas y para el aprendizaje de sus estudiantes.

4. Los Departamentos deben jugar un importante papel en la formación del profesorado universitario, ya que la didáctica de las ciencias tiene que llevarse a cabo por los mismos profesores que tienen que aplicarla y aportar soluciones a los problemas docentes cotidianos del profesor. En los Departamentos, los profesores más interesados por la formación docente pueden actuar de catalizadores e impulsar experiencias de investigación y formación didáctica centradas en las materias correspondientes.

5. Existen serios obstáculos que dificultan la formación didáctica del profesorado universitario. Entre ellos destacamos el sistema de recompensas que prima exclusivamente

la investigación, y como consecuencia la separación existente entre docencia e investigación, y las concepciones dominantes del profesorado, que refuerzan la idea de que para ser profesor es suficiente con tener conocimientos de la materia a enseñar, experiencia, sentido común y cualidades personales innatas.

6. Cualquier programa de evaluación universitaria que realmente quiera mejorar la calidad del sistema tiene que llevar unido un programa de formación del profesorado y contar con la previa aceptación del profesorado (Dalceggio, 1993).

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.L. y LEDERMAN, N. (1998). "The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural". *Science Education*, 82(4), 41-436.
- ABU ISNEINEH, R. (1988). *High school science teachers' role conceptions as reflected in their classroom practices and discussions*. Informe Universidad de Michigan.
- ANDERSON, C.W. (1989). "Policy implications of research on science teaching and teachers' knowledge". In *Competing Vision of Teacher Knowledge* (pp. 1-28). East Lansing National Center for Research on Teacher Education.
- ANDERSON, M.A. y VOLKMAN, M.J. (1988). "Creating professional identity: dilemmas and metaphors of a first-years chemistry teacher". *Science Education*, 82(3), 293-310.
- BELL, B. y GILBERT, J. (1994). "Teacher development as professional, personal and social development". *Teaching & Teacher Education*, 10(5), 483-497.
- BENEDITO, V. (1993). "Desarrollo profesional del profesor universitario". *Campo Abierto*, 10, 175-197.
- CALATAYUD, M.L. y GIL, D. (1993). "La preparación docente del profesorado de Facultades de Ciencias: Una necesidad emergente". *Enseñanza de las Ciencias*, Extra, 35-36.
- CARNIATTO, I. y FOSSA, A.M. (1998). "La creencia docente y los obstáculos epistemológicos. Una investigación en la enseñanza con profesores del curso de ciencias biológicas". En E. Banet y A. de pro (Eds.), *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias (1)* (pp. 196-203). Murcia: DM.
- CONSEJO DE UNIVERSIDADES (1994). *Programa experimental de evaluación de la calidad del sistema universitario*. Madrid: CU.
- COX, R. (1993). "Conceptos sobre aprendizaje, vida profesional y formación pedagógica en la enseñanza superior". En L. Lázaro (Ed.), *Formación pedagógica del profesorado universitario y calidad de la educación* (pp. 105-124). Valencia: CIDE.
- CRUZ, M.A. (1994). "Formación inicial del profesor universitario: fundamentación teórica y experiencias en la Universidad Autónoma de Madrid". *Revista de Enseñanza Universitaria*, 7(8), 11-34.
- DALCEGGIO, P. (1993). "La formación pedagógica del profesorado de enseñanza superior". En L. Lázaro (Ed.), *Formación pedagógica del profesorado universitario y calidad de la educación* (pp. 31-57). Valencia: CIDE.
- DEARING, D. (1998). "Entrevista en *El País*". *Educación*, 26 de mayo de 1998, p. 35.
- FERNANDEZ, J.; FONFRIA, J.; GARCIA, M.S.; JIMENEZ, C. y TORRALBA, B. (1998). "El profesorado de biología de enseñanza secundaria y Universidad y su actividad docente". En E. Banet y A. de Pro (Eds.), *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias (1)* (pp. 214-223). Murcia: DM.
- GESS-NEWSOME, J. y LEDERMAN, N.G. (1995). "Biology teachers' perceptions of subject matter structure and its relationship to classroom practice". *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 301-325.
- GIL, D.; BELENDEZ, A.; MARTIN, A. y MARTINEZ, J. (1991). "La formación del profesorado universitario de materias científicas: contra algunas ideas y comportamientos de *sentido común*". *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 12, 43-48.
- GUSTSONE, R.F. y NORTHFIELD, J.R. (1994). "Metacognition and learning to teach". *International Journal of Science Education*, 16(5), 523-537.
- LEDERMAN, N.G. (1992). "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research". *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- LEIVA, S.S. y LLOPIS, R. (1993). "Aplicación del diseño y organización del aprendizaje independiente de los alumnos en la formación del profesorado de Químicas para los primeros cursos de Universidad". En L. Lázaro (Ed.), *Formación pedagógica del profesorado universitario y calidad de la educación* (pp. 311-322). Valencia: CIDE.
- MARCELO, C. (1987). *El pensamiento del profesor*. Barcelona: CEAD.
- MARCELO, C. (1992). *Aprender a enseñar: Un estudio sobre el proceso de socialización de profesores principiantes*. Madrid: CIDE-MEC.
- MAYOR, C. (1995). "Como ven los profesores de distintas titulaciones las condiciones profesionales de la Universidad de Sevilla". *Enseñanza*, 13, 68-88.
- MAYOR, C. y SANCHEZ, M. (1998). "La implicación del profesorado universitario en su desarrollo profesional: la formación de equipos docentes en la Universidad de Sevilla". En *La formación del Profesorado: Evaluación y Calidad* (pp. 533-546). U. de las Palmas.

- MELLADO, V. (1998a). "Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science". En B.J. Fraser y K. Tobin (Eds), *International Handbook of Science Education* (pp. 1093-1110). Kluwer A. P. Dordrecht.
- MELLADO, V. (1998b). *La investigación sobre la formación del profesorado de ciencias experimentales*. XVIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Coruña, 8-12 de Septiembre.
- MELLADO, V. (1998c). "The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science". *Science Education*, 82(2), 197-214.
- MELLADO, V. (1998d). "La investigación sobre el profesorado de ciencias experimentales". En E. Banet y A. de Pro (Eds.), *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias* (pp. 272-283), vol. I. Murcia: DM.
- MINGORANCE, P.; MAYOR, C. y MARCELO, C. (1993). *Aprender a enseñar en la Universidad*. Sevilla: GID.
- MUMBY, H. y RUSSELL, T. (1998). "Epistemology and context in research on learning to teach". En B.J. Fraser y K. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 643-665). Kluwer A. P. Dordrecht.
- PAVON, F. (1996). *Conocimiento profesional de los profesores de física y química de Bachillerato principiantes y con experiencia, en la provincia de Cádiz*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- SANTISTEBAN, A. (1994). *Química analítica cualitativa. Análisis empírico, transmisión y evaluación*. Tesis Doctoral inédita. Universidad Nacional de San Luis (Argentina).
- SANTOS, M.A. (1993). "La investigación, sendero y destino en la formación del profesorado universitario". En L. Lázaro (Ed.), *Formación pedagógica del profesorado universitario y calidad de la educación* (pp. 177-191). Valencia: CIDE.
- SCHÖN, D. (1983). *The reflective practitioner*. New York: Basic Book.
- SHULMAN, L.S. (1986). "Those who understand: knowledge growth in teaching". *Educational Research*, 15(2), 4-14.
- TOBIN, K. (1993). "Referents for making sense of science teaching". *International Journal of Science Education*, 15(3), 241-254.
- TOBIN, K. y McROBBIE, C.J. (1997). "Beliefs about the nature of science and enacted science curriculum". *Science and Education*, 6(4), 355-371.
- TOBIN, K.; TIPPINS, D.J. y GALLARD, A.J. (1994). "Research on instructional strategies for teaching science". En D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 45-93). New York: MacMillan P.C.
- TRUMBULL, D.J. y KERR, P. (1993). "University researchers' inchoate critiques of science teaching: Implications for the content of preservice science teacher education". *Science Education* 77(3), 301-317.