

¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación¹

What science class experiences do future teachers report? Implications for science teacher education

Josep Bonil Gargallo

Conxita Màrquez Bargalló

Universitat Autònoma de Barcelona. Dep. de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Barcelona, España.

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad conocer las experiencias de dos grupos de alumnado de Magisterio, especialidad Educación Primaria, en relación a las clases de ciencias experimentales recibidas a lo largo de su escolaridad para tener información rigurosa que permita rediseñar el programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias.

Se presenta un estudio descriptivo realizado sobre una muestra de 66 alumnos. En primer lugar los datos obtenidos se clasifican en ámbitos (conceptual, actitudinal e ideológico) y, dentro de cada ámbito, en temáticas. Seguidamente se tratan estadísticamente utilizando el programa SPSS v.14, con el que se aplica el Test de Chi-cuadrado (χ^2) o Razón de Verosimilitud (RV), el estadístico tau_b de Kendall y un análisis de correspondencias múltiples.

Las conclusiones obtenidas establecen que los futuros maestros abandonan su formación científica a medida que van avanzando en su itinerario académico. Se observan

⁽¹⁾ Este artículo ha sido elaborado en el marco de los grupos Còmplex financiado por el MEC- SEJ2006-15424-CO3-01 y LIEC financiado por el MEC-SEJ2006-15589-CO2-0 del Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona.

dos correlaciones altas entre las actitudes positivas hacia la ciencia y la funcionalidad y significatividad del aprendizaje recibido; y entre las actitudes negativas y las actividades de carácter reproductivo realizadas. Se identifican tres tipos de alumnado: aquellos que no hacen referencia a aspectos conceptuales en sus opiniones; aquellos que asocian un modelo didáctico transmisivo con emociones negativas; los que centran su reflexión en las actividades realizadas a lo largo de su formación.

Finalmente se proponen algunas orientaciones para diseñar programas de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Se incide especialmente en la necesidad de favorecer un cambio en la concepción de ciencia del alumnado. Se aborda la importancia de establecer vínculos entre los periodos de prácticas en las escuelas de Educación Primaria y los formatos de las clases universitarias. Por último se presenta la necesidad de definir programas que tomen como ejes de la formación de maestros la relación entre los ámbitos conceptual, actitudinal e ideológico.

Palabras clave: educación científica, Educación Superior, programas de formación de docentes, estudiantes de Magisterio.

Abstract

This paper aimed to explore the experiences of two groups of primary school teachers-in-training in connection with the experimental science classes they took during their own schooling, in order to obtain precise information with an eye to redesigning the programme of the «Teaching science» course.

A descriptive study is presented involving a sample of 66 students. First of all, the data obtained is classified in fields (conceptual, attitudinal and ideological) and, within each field, in themes. Then the data are analysed statistically using either the SPSS v.14 programme, which applies the chi-square test (χ^2), or the likelihood ratio (LR), Kendall's Tau-b statistic and multiple correspondence analysis.

The conclusions show that future teachers leave scientific training behind as they progress through their academic careers. Two high correlations are observed: one between positive attitudes towards science and the functionality and significance of what is learnt, and another between negative attitudes and reproductive activities completed. Three types of students are identified: those who make no reference to conceptual aspects in their opinions; those who associate a transmissive teaching model with negative emotions; those who centre their reflection on activities performed throughout their education.

Some suggestions are made for designing initial teacher-training programmes in the field of experimental science. These suggestions help overcome the obstacles thrown up by the educational experience of future teachers.

The authors stress the need to favour a change in the way teachers-to-be feel, think and act in relation to scientific knowledge. The importance of establishing links between practicum periods in primary schools and the formats of university classes is discussed. Lastly, it is stated that there is a need to define programmes that make the relationship between the conceptual, attitudinal and ideological fields focal points of teacher training.

Key words: science education, higher education, teacher-training programmes, teaching students.

Introducción

La formación del profesorado, tanto inicial como permanente, se ha convertido en uno de los principales campos de investigación de la didáctica en general (Zeicher, 1983; Schön, 1983; 1992; Gimeno, 1988; Feiman-Nemser, 1990; Pérez Gómez, 1992; Imbernón, 1994, 2001; Marcelo, 1994) y la Didáctica de las Ciencias Experimentales en particular (Porlán & Rivero, 1998, Mellado & González, 2000, Vázquez et al., 2007). La investigación desarrollada ha servido para constatar el déficit de los modelos tradicionales de formación y para abrir un nuevo espacio de reflexión teórica sobre los principios que deben fundamentar los modelos formativos.

Schulman (1986) ya apuntó que el conocimiento profesional del profesorado es un conocimiento complejo que resulta del diálogo entre saberes teóricos y prácticos. Así, el profesorado debe desarrollar un conocimiento de la materia, un conocimiento psicopedagógico general, y un conocimiento de cómo enseñar la materia específica.

El conocimiento de la materia comporta considerar los modelos explicativos propios de la disciplina de conocimiento y la relación que se establece entre la disciplina y el contexto social. El conocimiento psicopedagógico aporta las reflexiones entorno a la comprensión de los procesos de enseñanza aprendizaje, en su dimensión general y de la materia específica. El conocimiento de cómo enseñar tiene un carácter marcadamente metodológico e incorpora elementos organizativos, de recursos humanos y materiales entre otros. El conocimiento profesional del profesorado debe, por lo tanto, contemplar el saber y el saber enseñar.

En el contexto específico de la formación inicial de maestros de Educación Primaria, éstos comienzan su formación profesionalizadora en un momento en que sus experiencias como alumnos de la enseñanza obligatoria todavía son muy recientes. Asimismo, los futuros maestros presentan unas determinadas creencias sobre las variables que influyen en su conocimiento profesional (Désaultes, et al. 1993; Evans & Fisher, 2000). Estas creencias se basan en experiencias que incluyen características explícitas del currículum, conocimientos de carácter conceptual, procedimental y actitudinal, pero también en aspectos ocultos, como los valores de sus profesores, la manera de evaluar, la dinámica social de clase y las emociones que les generaron dichas experiencias.

Si nos situamos en la formación científica, la mayoría de futuros maestros han construido su concepto de ciencia y de cómo enseñarla a partir de interpretar las clases recibidas, las prácticas de laboratorio, el contacto con sus profesores a lo largo de sus años de escolaridad, etc. También los periodos de prácticas en los centros escolares, ayudan a consolidar sus creencias (Delval, 2002). En algunos casos, la vivencia de las experiencias generadas no es positiva, lo que puede ser un obstáculo para el cambio en el modelo didáctico que según algunos autores es el objetivo del proceso de formación (Gené & Gil, 1988; Gil, 1991).

Por ello, cualquier programa de formación debe considerar los conocimientos, valores y creencias de los estudiantes respecto a la materia de estudio como uno de los puntos de partida de su proceso formativo. Lo cual supondrá aplicar estrategias que permitan explicitar estos puntos de partida y su posterior reconstrucción.

Así, la formación inicial de profesorado se constituye como un espacio donde dialogan de forma permanente las creencias del alumnado sobre las ciencias, con el bagaje de la disciplina, en este caso la Didáctica de las Ciencias. La forma en que se detectan dichas creencias y su incorporación al currículum formativo del futuro profesorado de Educación Primaria es el problema que pretende abordar el presente artículo.

Disminución del interés por los estudios superiores en ciencias

Los datos derivados de la investigación sobre el interés por las ciencias del alumnado de los países desarrollados son cada vez más concluyentes poniendo en

evidencia la disminución del interés por seguir estudios superiores o universitarios en ciencias (Drury & Allen, 2002, International Bureau for Education, Sjøberg y Schreiner, 2005).

Lyons (2006) tras analizar distintas investigaciones destaca la coincidencia de tres elementos recurrentes en las experiencias que tienen los estudiantes sobre las clases de ciencias y que podrían explicar esta tendencia al desinterés por la ciencia: modelo didáctico transmisivo, contenidos descontextualizados y dificultad innecesaria. Estos tres elementos podrían configurar un modelo didáctico inicial de muchos de los futuros maestros.

Los modelos didácticos transmisivos comportan que el alumnado perciba la ciencia como un cuerpo de conocimiento que debe ser memorizado y reproducido, por lo que la actividad que ellos deben realizar es fundamentalmente escuchar, copiar de la pizarra y realizar ejercicios de papel y lápiz. Esta manera de trabajar hace que los alumnos perciban la ciencia como algo *poco motivador* y con pocas oportunidades de profundizar o discutir en aspectos de su interés, es decir, no se sienten sujetos activos en su aprendizaje.

Para Lyons (2006) los contenidos suelen ser, según los alumnos, aburridos, irrelevantes y no funcionales, desvinculados de su vida cotidiana. Y sobre todo destacan que pocas veces llegan a saber por qué necesitan aprender un determinado contenido.

Finalmente, la consideración de la ciencia como una asignatura especialmente difícil está fundamentada en la manera de aprenderla, en la percepción de la irrelevancia del contenido y en la memorización requerida, más que por la dificultad conceptual en sí misma. También contribuye a esta apreciación el discurso científico, caracterizado según los alumnos por una terminología poco familiar y muy especializada. Los estudiantes valoran positivamente a los profesores que los han sabido guiar a través de este *discurso misterioso* (Lyons, 2006)

La formación inicial debe dar la oportunidad a los futuros maestros para que mediante un proceso metacognitivo de reflexión sean conscientes de sus creencias y actitudes respecto a las clases de ciencias, a la formación científica y a sus prácticas de aula para que pueda autorregularlas y reestructurarlas y puedan ir desarrollando su modelo didáctico personal (Sanmartí, 2001). Para ello será fundamental considerar el modelo inicial del alumnado respecto a las clases de ciencias y a partir de él definir un conjunto de mecanismos de influencia educativa (Coll, 1997) que permita hacer evolucionar sus modelos iniciales hacia los que proponen las aportaciones de la investigación en Didáctica de las Ciencias.

La formación inicial de los maestros en el campo de la didáctica de las ciencias

Situados en esta perspectiva, cualquier programa de formación inicial de profesorado debe promover que los futuros maestros adquieran conocimientos sobre el aprendizaje de los alumnos, sobre los modelos de enseñanza de las ciencias y sobre el propio significado y el valor de la educación científica. Además es necesario el conocimiento de las disciplinas científicas de referencia que debe entenderse no sólo como el conocimiento de la disciplina sino sobre la disciplina (Gil, 1991; Martín del Pozo & Porlán, 1999).

Para avanzar en este modelo de formación, en los últimos años, el programa de Didáctica de las Ciencias Experimentales que se desarrolla en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona incluye elementos referidos a tres dimensiones diferentes: la conceptual, la ideológica y la actitudinal.

La dimensión conceptual se refiere a todos aquellos conocimientos relacionados con los contenidos académicos, tanto científicos –conocimiento de la materia, concepciones sobre la naturaleza de la ciencia– como psicopedagógicos –concepciones sobre el proceso de enseñanza– aprendizaje, evaluación, estrategias metodológicas, tipo de actividades. Esta dimensión es la más trabajada hasta el momento en los programas de formación.

En la *dimensión ideológica* se incluyen los aspectos relacionados con el papel de la ciencia en la sociedad, y el papel de la educación científica en la formación ciudadana de la población. Cada vez más se entiende que la educación científica no debe limitarse a la transmisión de unos contenidos científicos considerados neutros y objetivos, sino que debe incorporar elementos de reflexión crítica. Así se considera que «la educación científica puede ofrecer a las nuevas generaciones un marco de pensamiento que permita sentir, pensar y actuar en unos parámetros distintos a los impuestos, posibilitando la construcción de un mundo más justo y sostenible» (Pujol, 2001, p. 8). La dimensión ideológica es básica en el conocimiento profesional de los futuros maestros ya que es la concepción sobre cuáles son las finalidades de la educación científica influirán en qué y en cómo enseñar.

En la *dimensión actitudinal* se consideran las actitudes científicas de los estudiantes y las actitudes hacia la ciencia, y sobretodo, hacia su enseñanza. Este último elemento adquiere una relevancia especial en la formación inicial de

maestros. Nuestra experiencia de más de 10 años como docentes nos permite ver como muchos de nuestros estudiantes de Magisterio han abandonado su formación científica al finalizar la enseñanza obligatoria. Esto puede revertir en una actitud negativa hacia la ciencia, lo cual puede provocar una desmotivación inicial hacia la enseñanza de las ciencias. Esta actitud no demasiado favorable hacia la ciencia y hacia su aprendizaje está bastante extendida entre los futuros maestros. Para trabajar esta dimensión se consideran los conocimientos, valores y creencias de los estudiantes como punto de partida del proceso formativo. Esto supone aplicar estrategias que permitan explicitar estos conocimientos e idear mecanismo de toma de conciencia de los mismos.

La asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales se constituye como un punto de encuentro entre la historia formativa del alumnado y el planteo que hace el profesorado de la asignatura. Un contexto donde la formación inicial de maestros se entiende como una realidad compleja que conecta diversidad de dimensiones.

Finalidad y objetivos de la investigación

La investigación que se presenta aborda la siguiente finalidad: conocer las experiencias de dos grupos de alumnado de Magisterio de la especialidad de Educación Primaria en relación a las clases de ciencias experimentales recibidas a lo largo de su escolaridad para tener información rigurosa que permita rediseñar el programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias. Se concreta en los siguientes objetivos:

- Identificar las características del alumnado en referencia a su formación inicial, sus vivencias respecto a dicha formación y el itinerario de optatividad cursado en la Facultad.
- Identificar las actitudes expresadas por el alumnado respecto a la enseñanza de las ciencias como consecuencia de su formación científica escolar.
- Obtener tipologías del alumnado en función de las vivencias expresadas respecto a la formación científica recibida.

Metodología

Contexto de la experiencia

La investigación que se presenta se inscribe dentro de los estudios de Magisterio que ofrece la Facultat de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Dichos estudios se componen de un total de 180 créditos ECTS que se distribuyen en 140 créditos obligatorios, 18 optativos y 22 de libre configuración.

La oferta de asignaturas optativas permite que el alumnado pueda realizar a lo largo de su formación los siguientes itinerarios: Ciencias Experimentales y Matemáticas, Lengua y Literatura, Ciencias Sociales, Educación Artística y Ciencias de la Educación.

Las asignaturas vinculadas a la formación científica que puede cursar el alumnado de Magisterio se compone de asignaturas optativas y obligatorias.

La optatividad se configura a partir del itinerario de Ciencias Experimentales y Matemáticas que se compone de las siguientes asignaturas: Geología, Biología, Física, Química, Matemáticas II, Interdisciplinariedad Ciencias-Matemáticas y Didáctica de las Matemáticas II. En función de sus intereses el alumnado puede escoger las asignaturas que cursa entre las ofrecidas por el itinerario distribuyéndolas entre optativas y de libre configuración.

Las asignaturas obligatorias son, en primer curso, Temas Básicos de Ciencias, cuatrimestral de 4,5 créditos ECTS y en tercer curso Didáctica de las Ciencias Experimentales, anual de 8 créditos ECTS.

La configuración de los estudios hace que el grupo clase que se matricula de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en tercer curso, pueda presentar una gran diversidad en relación a la formación científica recibida. Tanto durante el Bachillerato como a lo largo de su itinerario en la Facultad.

El programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales se estructura en 6 bloques temáticos (Figura I).

FIGURA I. Bloques en que se estructura la asignatura

1. Una ciencia para formar a la ciudadanía
2. Unos docentes para promover la educación científica.
3. Una educación científica que ayude a pensar
4. Una educación científica que ayude a hablar
5. Una educación científica que ayude a hacer
6. Una educación científica que ayude a regular el aprendizaje y a cooperar

Durante el desarrollo del primer bloque del programa se han recogido los datos de la presente investigación, Para ello se ha diseñado una actividad titulada *Mis clases de ciencias* que constituye el punto de partida del curso. La actividad se estructura de la siguiente manera: en primer lugar se pide al alumnado que seleccione de un banco de imágenes la fotografía que refleja mejor su experiencia como alumno/a en las clases de ciencias recibidas a lo largo de su formación. Las imágenes son de carácter muy diverso y en ellas se muestran entornos naturales, dinámicas de aula y elementos abstractos. La función principal de las imágenes es ser un punto de partida que facilite que el alumnado exprese sus vivencias. A continuación se pide al alumnado que justifique por escrito la selección realizada. Seguidamente se le propone que se distribuya en grupos de tres o cuatro personas y que cada grupo anote las diferencias y similitudes en las respectivas experiencias en las clases de ciencias.

Por último se hace una puesta en común colectiva donde cada alumno muestra la fotografía escogida y justifica brevemente la opción tomada. También se presentan las diferencias y similitudes entre la diversidad de grupos. Al acabar la actividad, cada persona, individualmente, entrega al docente el texto que ha escrito, lo que constituye la recogida de la información que se utilizará en la investigación.

Muestra

La muestra (Fig. II) está constituida por 66 alumnos y alumnas de los grupos de mañana y tarde de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 61 son mujeres y 5 son hombres. De ellos, 6 han realizado el bachillerato científico y 7 han cursado el itinerario científico en sus estudios de Magisterio.

FIGURA II. Características de la muestra

Tipo de Bachillerato	Número de personas	%
Social	22	33.3
Humanístico	20	30.3
Artístico	1	1.5
Científico	6	9.0
Tecnológico	1	1.5
Letras	2	3.0
Salud	1	1.5
Otros (+25, módulos, Guardería...)	5	7.5
No consta	8	12.1
Total	66	

Itinerario cursado en Magisterio	Número de personas	%
Artístico	14	21.2
Ciencias Sociales	7	10.6
Ciencias de la Educación	13	19.7
Lengua y Literatura	11	16.6
Ciencias Experimentales	7	10.6
Ninguno	14	21.2
Total	66	

Análisis de la información

El tratamiento de la información se ha realizado en dos fases. Una primera en la que tomando como referencia las opiniones expresadas por el alumnado y el marco teórico de la investigación se han definido ámbitos y temáticas. Una segunda fase en la que los datos obtenidos se han tratado de forma estadística mediante el programa SPSS versión 14. Dicho programa forma parte del software con licencia de uso para el personal de la Universidad Autónoma de Barcelona y está validado por el Servicio de Estadística de la Universidad que facilita asesoramiento respecto al uso de programa.

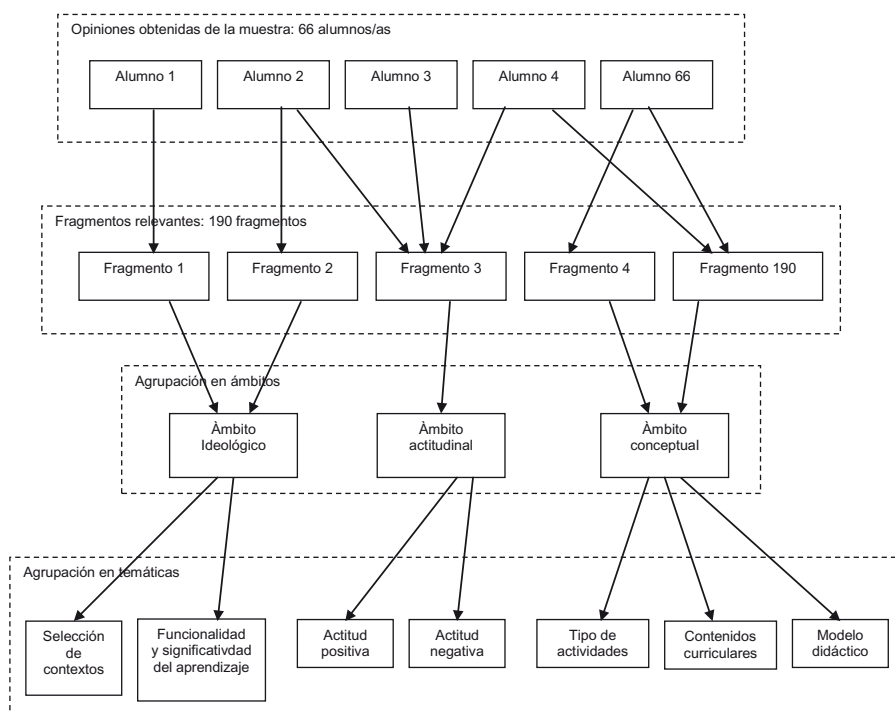
I.ª Fase: asignación de ámbitos y definición de temáticas

En esta fase se ha tomado como punto de referencia las opiniones expresadas por el alumnado para justificar la imagen escogida. Se han analizado los textos escritos y se han obtenido 190 fragmentos relevantes que caracterizan sus experiencias respecto a la formación científica recibida.

Seguidamente estos fragmentos se han organizado según los ámbitos que son significativos para la investigación: ideológico, actitudinal y conceptual.

Dentro de cada ámbito, los fragmentos se han organizado en temáticas. Esto ha permitido definir temáticas significativas que dan a la información un carácter operativo (Figura III).

FIGURA III. Organización de la información en ámbitos y temáticas



En el ámbito ideológico se han definido dos temáticas: selección de contextos y funcionalidad y significatividad del aprendizaje.

La temática Selección de contextos se ha asignado cuando el alumnado hace referencia a los fenómenos en torno a los cuáles se estructuraban las clases de ciencias. Por ejemplos el alumno 1 expresa la relevancia del trabajo sobre los inventos y descubrimientos: «los temas trabajados en ciencias naturales estaban relacionados con descubrimientos tales como la luz artificial, la imprenta, la pila, la penicilina...»

La Funcionalidad y significatividad del aprendizaje se ha asignado cuando el alumnado hace referencia a la conexión que establece entre sus experiencias y la vida cotidiana valorando la utilidad de las clases de ciencias recibidas para entender su entorno. La alumna 53 destaca: «en algunos momentos la clase de ciencias se mostraba interesante y útil».

Dentro del ámbito actitudinal se han definido dos temáticas: actitudes positivas y actitudes negativas respecto a las clases de ciencias. La asignación, en ambos casos, hace referencia al tipo de emociones que expresa el alumnado sobre sus vivencias en la clase de ciencias. La alumna 10 enfatiza experiencias positivas asociadas a un tipo concreto de actividad: «uno de los recuerdos más agradables que tengo de la clase de ciencias era ir al laboratorio». En el caso de la alumna 8 la actitud que expresa es negativa: «no eran clases motivadoras, todo lo contrario, y la foto refleja lo que yo sentía en aquellas clases»².

Dentro del ámbito conceptual se han definido tres temáticas: tipo de actividades, contenidos curriculares y modelo didáctico.

Se asignan a la temática *Tipo de actividades* aquellos textos en que el alumnado hace referencia a las actividades que recuerda haber realizado en las clases de ciencias. La opinión de la alumna 53 expresa de forma clara un tipo de actividad: «rellenar un dossier que muchas veces no tenía tiempo de acabar».

Se asignan a la temática *Contenidos curriculares* aquellas reflexiones en las que el alumnado hace referencia al tipo de contenidos que recuerda haber trabajado en clase con la finalidad de aprenderlos (conceptuales, procedimentales y actitudinales). Por ejemplo la alumna 12 expresa: «observar, pensar, razonar y manipular cosas».

La última temática que se ha definido en el ámbito conceptual ha sido la de Modelo didáctico. Se asigna esta temática cuando el alumnado expresa más de

⁽²⁾ La alumna ha seleccionado la fotografía de un niño con cara de aburrimiento que mira hacia el infinito.

una característica no redundante que haga referencia a la forma de entender la dinámica del aula. Se puede tomar como ejemplo un fragmento de la opinión de la alumna 53 «mayoritariamente muy pautadas, transmisivas, reproductivas y a menudo un poco rutinarias»

A continuación se muestra con un ejemplo la forma en que se han analizado las opiniones del alumnado mostrando la selección de fragmentos y la asignación de ámbitos y temáticas a cada fragmento (Figura IV).

FIGURA IV. Forma de organizar la información de los textos del alumnado

Opinión	Fragmento seleccionado	Ámbito	Temática
53. Porque refleja el carácter de las clases de ciencias que he vivido: interesantes, útiles, a veces incluso divertidas, pero mayoritariamente muy pautadas, transmisivas, reproductivas y a menudo un poco rutinarias. Incluso la mayoría de observaciones se limitaban a rellenar un dossier que muchas veces no tenias tiempo de acabar.	Interesantes, útiles.	Ideológico	Funcionalidad y significatividad del aprendizaje
	A veces incluso divertidas.	Actitudinal	Actitud positiva
	Rellenar un dossier que muchas veces no tenias tiempo de acabar.	Conceptual	Tipos de actividades
	Mayoritariamente muy pautadas, transmisivas, reproductivas y a menudo un poco rutinarias.	Conceptual	Modelo didáctico

Se puede observar como una misma opinión, por ejemplo la 53, puede contener más de un fragmento significativo y por tanto corresponder a ámbitos y temáticas diferentes.

En la Figura V se presenta un cuadro resumen con los ámbitos y temáticas que orientan la investigación. Los datos obtenidos han permitido que algunas temáticas se añadan subtemas lo que posibilita que el análisis de la información sea más detallado.

FIGURA V. Ámbitos, temáticas y subtemas que orientan la investigación

Ámbito	Temáticas	Subtemas
Ideológico	Selección de contextos	
	Funcionalidad y significatividad del aprendizaje	
Actitudinal	Positivas	Agradables,
		Interesantes
		Motivadoras
	Negativas	Aburridas
		Difíciles
Conceptual	Tipo de actividades	Uso del libro de texto
		Introducir elementos del medio
		Realizar actividades prácticas
	Contenidos curriculares	Conceptuales
		Procedimentales
		Actitudinales
	Modelo didáctico	Transmisivo
		Práctico
Constructivista		

2.ª Fase: tratamiento estadístico de los datos

La segunda fase del estudio ha consistido en el análisis estadístico de los datos obtenidos en la fase anterior. Se han analizado cuatro niveles.

En el primer nivel se han analizado las relaciones entre las características del alumnado (género, bachillerato cursado e itinerario realizado en sus estudios de Magisterio) y los ámbitos que orientan la investigación mediante el Test de Chi-cuadrado (χ^2) o Razón de Verosimilitud (RV) según criterios de aplicación. En el segundo nivel se han analizado los ámbitos en que se han recogido las opiniones expresadas por el alumnado y en el tercer nivel se han tratado los datos referentes a las temáticas, en ambos casos se ha utilizado el estadístico tau_b de Kendall (Bradley, 1968; Lebart, et al., 2000). Finalmente, en el cuarto nivel, mediante el análisis de correspondencias múltiples y métodos de clasificación se han podido obtener perfiles de alumnado.

El test de Chi-cuadrado permite determinar si dos variables cualitativas están o no asociadas. El estadístico tau-b de Kendall nos indica el grado de

asociación entre dos variables y se interpreta igual que el coeficiente de correlación entre dos variables cuantitativas. La técnica de correspondencias múltiples permite estudiar de forma conjunta la asociación entre diferentes variables, y la clasificación complementa los resultados ayudando a interpretar los resultados.

El análisis se ha realizado con el programa SPSS para Windows v.14 y se ha fijado el nivel de significación en 0,05.

Primer nivel: relación entre las características del alumnado y los ámbitos

Al buscar relaciones entre las características del alumnado que se muestran en la Figura II (género, bachillerato cursado e itinerario realizado en sus estudios de Magisterio) y los ámbitos que orientan la investigación el único aspecto en el que se observa alguna relación hace referencia al itinerario cursado durante el Magisterio. Concretamente, el alumnado que ha realizado el itinerario de Educación Artística ha indicado un aspecto ideológico en mayor proporción (54%) mientras que el alumnado que ha cursado el itinerario de Lengua y Literatura lo ha hecho en menor proporción (1%) (RV = 10,912, p-valor = 0,028). No se observa ninguna correlación significativa entre el alumnado que ha realizado el itinerario científico.

Segundo nivel: ámbitos

En relación al análisis de los ámbitos se observa una correlación negativa entre los ámbitos actitudinal y conceptual ($\tau\text{-}b = 0,26$, p-valor = 0,044). Cuando el alumnado señala una temática referente al ámbito actitudinal, tanto en positivo como en negativo, las referencias al ámbito conceptual son más bajas. No se muestran correlaciones significativas entre el resto de ámbitos.

Tercer nivel: temáticas

Una vez analizados los datos obtenidos en el análisis de las temáticas se ha hecho un doble tratamiento de la información. En primer lugar se han buscado

correlaciones entre las temáticas dentro de cada uno de los ámbitos. En segundo lugar se han buscado correlaciones entre todas las temáticas.

Se han encontrado correlaciones significativas entre temáticas del ámbito ideológico y entre temáticas del ámbito conceptual. No se observan correlaciones significativas dentro del ámbito actitudinal.

Respecto a las temáticas del ámbito ideológico se puede afirmar que cuando se señala la selección de un contexto también se hace referencia a la significatividad y funcionalidad del aprendizaje ($\tau\text{-}b = 0,417$, $p\text{-}valor = 0,001$).

En relación a las temáticas del ámbito conceptual se observa una relación positiva entre el alumnado que hace referencia a los contenidos curriculares y al modelo didáctico ($\tau\text{-}b = 0,332$, $p\text{-}valor = 0,007$) y entre el mismo alumnado y las referencias a los tipos de actividades ($\tau\text{-}b = 0,252$, $p\text{-}valor = 0,042$).

Cuando se tratan en su conjunto la totalidad de temáticas (Fig. VI) se obtienen correlaciones que permiten afirmar que:

- Existe una relación positiva entre la temática funcional y significativa del aprendizaje del ámbito ideológico y la temática actitudes positivas del ámbito actitudinal ($\tau\text{-}b = 0,357$, $p\text{-}valor = 0,004$).
- Existe una relación positiva entre la temática funcional y significativa del aprendizaje del ámbito ideológico y la temática tipo de actividades del ámbito conceptual ($\tau\text{-}b = 0,309$, $p\text{-}valor = 0,013$).
- Existe una relación positiva entre la temática funcional y significativa del aprendizaje del ámbito ideológico y la temática contenidos curriculares del ámbito conceptual ($\tau\text{-}b = 0,342$, $p\text{-}valor = 0,006$).
- Existe una relación negativa entre la temática actitudes negativas del ámbito actitudinal y la temática tipo de actividades del ámbito conceptual ($\tau\text{-}b = -0,267$, $p\text{-}valor = 0,032$).

FIGURA VI. Correlaciones entre el conjunto de las temáticas de los tres ámbitos

Correlaciones								
Kendall's tau_b		Selección de contextos	Funcionalidad	Actitudes positivas	Actitudes negativas	Modelo didáctico	Tipo de actividad	Contenidos curriculares
	Selección de contextos	1,000	,417**	,206	-,178	-,157	,181	,191
			,001	,097	,152	,205	,145	,123
	Funcionalidad	,417**	1,000	,357**	-,197	,208	,309*	,342*
			,001		,004	,113	,093	,013
	Actitudes positivas	,206	,357**	1,000	-,197	-,061	,132	,067
			,097	,004		,113	,622	,286
	Actitudes negativas	-,178	-,197	-,197	1,000	-,102	-,267*	-,216
			,152	,113	,113		,410	,032
	Modelo didáctico	-,157	,208	-,061	-,102	1,000	,031	,322**
		,205	,093	,622	,410		,804	
Tipo de actividad	,181	,309*	,132	-,267	,031	1,000	,252*	
		,145	,013	,286	,032	,804		
Contenidos curriculares	,191	,342**	,067	-,216	,332**	,252	1,000	
		,123	,006	,590	,082	,007	,042	

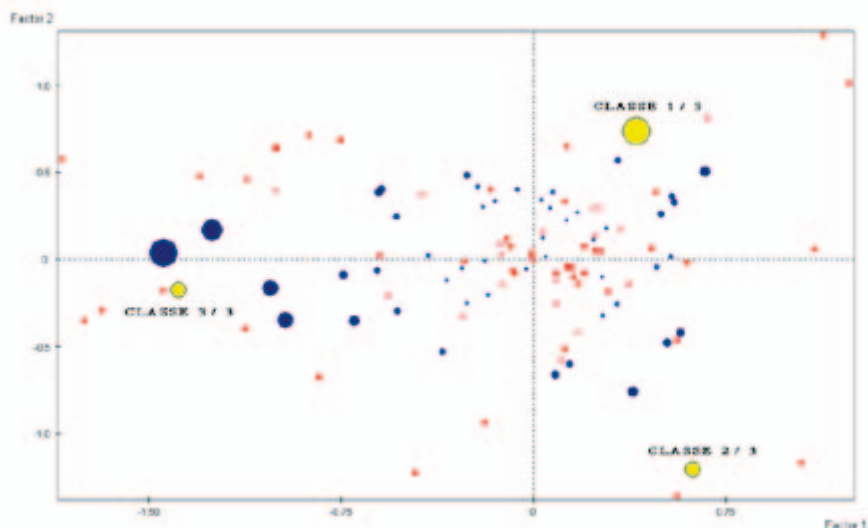
** La correlación es significativa al nivel 0.01

* La correlación es significativa al nivel 0.05

Cuarto nivel: análisis multivariante

Una vez establecidas las relaciones entre los datos analizados se ha llevado a cabo un análisis de correspondencias múltiples que ha permitido establecer tres tipologías de alumnado en relación a sus vivencias respecto a las clases de ciencias recibidas (Figura VII).

FIGURA VII. Distribución de los individuos de la muestra en tipologías



En el gráfico se representan en dos factores los tres grupos de la partición. En círculos oscuros el alumnado. En círculos claros, identificados con el número de clase los tres grupos de la partición. Los cuadrados representan las variables.

La primera tipología está formada por el 48,48% del alumnado, lo que constituye el grupo mayoritario (Figura VIII). Es un alumnado que en sus reflexiones no ha incorporado temáticas referentes al ámbito conceptual, esto significa que no hacen ninguna valoración del tipo de actividades realizadas, ni de los contenidos curriculares ni del modelo didáctico.

Podemos observar que es un alumnado que obvia la reflexión desde una doble perspectiva, tanto desde una aproximación genérica: modelo didáctico y contenidos, como desde una visión específica en que se obvian las tipologías de modelos didácticos y de contenidos.

FIGURA VIII. Caracterización de la primera tipología de alumnado

Porcentajes			Modalidades		Peso
CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERÍSTICAS	VARIABLES	
94,74	56,25	28,79	No	Ámbito Conceptual	19
73,81	96,88	63,64	No	Contenidos Curriculares	42
74,36	90,63	59,09	No	Modelo didáctico	39
64,00	100,00	75,76	No	Contenidos procedimentales	50
62,75	100,00	77,27	No	Modelo didáctico transmisivo	51
59,62	96,88	78,79	No	Contenidos conceptuales	52
55,17	100,00	87,88	No	Modelo didáctico práctico	58

La columna CLA/MOD representa el porcentaje de alumnado clasificado en esta clase del total de alumnado que presenta la característica.

La columna MOD/CLA representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica dentro de la clase.

La columna global representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica del total de alumnado que forma la muestra.

La segunda tipología está formada por un 25,76% del alumnado (Figura IX). Se caracteriza porque sus miembros asocian un modelo didáctico transmisivo con la presencia del libro de texto y una actitud negativa hacia la ciencia. A la vez no hacen ninguna referencia a los contenidos curriculares de tipo procedimentales ni a los temas que trabajaban en la clase de ciencias.

FIGURA IX. Caracterización de la primera tipología de alumnado

Porcentajes			Modalidades		Peso
CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERÍSTICAS	VARIABLES	
55,56	88,24	40,91	Sí	Modelo didáctico	27
100,00	88,24	22,73	Sí	Modelo didáctico transmisivo	15
100,00	35,29	9,09	Sí	Aburridas	6
34,00	100,00	75,76	No	Contenidos procedimentales	50
33,33	100,00	77,27	No	Selección de contextos	51
66,67	35,29	13,64	Sí	Libro de texto	9

La columna CLA/MOD representa el porcentaje de alumnado clasificado en esta clase del total de alumnado que presenta la característica.

La columna MOD/CLA representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica dentro de la clase.

La columna global representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica del total de alumnado que forma la muestra.

La tercera tipología está formada por un 25,76% del alumnado (Fig. X). Se caracteriza porque sus miembros enfatizan las temáticas: contenidos curriculares procedimentales, modelo didáctico práctico, tipo de actividades y contenidos funcionales y significativos. En un porcentaje significativo los miembros de este grupo no hacen referencia a modelos didácticos transmisivos.

FIGURA X. Caracterización de la primera tipología de alumnado

Porcentajes			Modalidades		Peso
CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERÍSTICAS	VARIABLES	
50,00	52,94	27,27	Sí	Ámbito Ideológico	16
36,17	100,00	71,21	Sí	Ámbito conceptual	47
77,78	41,18	13,64	Sí	Funcionalidad	9
66,67	94,12	36,36	Sí	Contenidos curriculares	24
48,48	94,12	50,00	Sí	Tipo de actividad	33
100,00	47,06	12,12	Sí	Modelo didáctico práctico	8
80,00	47,06	15,15	Sí	Introducir elementos del medio	10
80,00	47,06	15,15	Sí	Realización de actividad práctica	10
100,00	94,12	24,24	Sí	Contenidos procedimentales	16
33,33	100,00	77,27	No	Modelo didáctico transmisivo	51

La columna CLA/MOD representa el porcentaje de alumnado clasificado en esta clase del total de alumnado que presenta la característica.

La columna MOD/CLA representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica dentro de la clase.

La columna global representa el porcentaje de alumnado que presenta la característica del total de alumnado que forma la muestra.

Discusión

La discusión de los resultados de la investigación se ha organizado tomando como referencia los objetivos que la orientan.

En relación al objetivo 1: Identificar las características del alumnado en referencia a su formación inicial, sus vivencias respecto a dicha formación y el itinerario de optatividad cursado en la Facultad.

La primera constatación de este trabajo es la baja formación científica del alumnado objeto de estudio (si se consideran las horas de formación formal

recibidas). De los 66 alumnos que cursan tercer curso de la Diplomatura de Magisterio sólo nueve han realizado un bachillerato afín a las ciencias, científico (seis) tecnológico (uno) o biosanitario (dos). Y de estos nueve alumnos sólo siete optan por seguir el itinerario científico en sus estudios de Magisterio. En el caso de la formación científica se podría pensar que el no haber realizado el bachillerato científico impide seguir el itinerario en ciencias. Pero este razonamiento no es el mismo que se aplica en relación con los estudios artísticos, porque como se puede observar en la muestra analizada, sólo uno alumno ha realizado el bachillerato artístico (Figura II) mientras que 15 optan, posteriormente, por este itinerario.

Los datos obtenidos evidencian que los futuros maestros abandonan su formación científica a medida que van avanzando en su itinerario académico. Por lo tanto, su formación científica se reduce a la obligatoriedad o troncalidad de las asignaturas.

En relación al objetivo 2: Identificar las actitudes expresadas por el alumnado respecto a la enseñanza de las ciencias como consecuencia de su formación científica escolar.

Los resultados obtenidos a partir de este análisis corroboran los presentados por Lyons (2006). Los alumnos que manifiestan actitudes positivas hacia la ciencia destacan la funcionalidad y significatividad del aprendizaje. A su vez, el alumnado que enfatiza actitudes negativas hace referencia a actividades de carácter reproductivo. También se muestra una relación positiva entre la funcionalidad y significatividad y los tipos de actividades y contenidos curriculares del ámbito conceptual. Por lo que se constata que la funcionalidad y significatividad de los contenidos tratados constituye un aspecto clave en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias.

En relación al objetivo 3: obtener tipologías del alumnado en función de las vivencias expresadas respecto a la formación científica recibida.

Los resultados de la investigación permiten identificar tres tipologías claras de alumnado. Aquellos que no hacen referencia a aspectos conceptuales en sus vivencias respecto a las experiencias en relación a las clases de ciencias, que es el grupo mayoritario. Un segundo grupo que asocia un modelo didáctico transmisivo con emociones negativas. Finalmente un tercer grupo que destaca la importancia de las actividades realizadas a lo largo de su formación.

Se observa, por tanto, un bajo nivel de reflexión conceptual de los maestros respecto a sus vivencias como alumnos y alumnas. A la vez se identifica la relación entre modelos didácticos transmisivos y emociones negativas y la relevancia

que el alumnado da a la actividad que realiza en la clase como eje que focaliza la exposición de sus vivencias.

Conclusiones e implicaciones didácticas

En este trabajo se han analizado las opiniones expresadas por el alumnado de Magisterio sobre las clases de ciencias recibidas, a partir de las tres dimensiones que estructuran el programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales: la actitudinal, la conceptual y la ideológica. Los resultados permiten clasificar a los estudiantes en tres tipos, que pueden caracterizarse según las relaciones establecidas entre las tres dimensiones mencionadas.

En primer lugar se constata que, en sus reflexiones, el alumnado no hace referencia a las tres dimensiones de manera interrelacionada. En segundo lugar se evidencia que existe una vinculación entre:

- La dimensión actitudinal y conceptual, cuando se alude a emociones negativas y a modelos didácticos transmisivos.
- La dimensión ideológica y conceptual, cuando se menciona la significatividad y funcionalidad del aprendizaje vinculado a modelos didácticos fundamentados en la práctica.

En tercer lugar se observa que la mayoría de los estudiantes relata sus experiencias sin considerar aspectos relativos a ninguna de las tres dimensiones que estructuran el programa de la asignatura.

Esta diagnosis permite proponer algunas acciones directamente relacionadas con el contenido y desarrollo de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Consideramos que cualquier proceso favorecedor de un cambio en el modelo didáctico del alumnado pasa por replantear su forma de sentir, pensar y actuar respecto a la educación científica. Llevar a cabo este proceso desde una perspectiva rigurosa implica considerar los tres ámbitos que orientan el programa de la asignatura y las relaciones que se establecen entre ellos. Con la finalidad de propiciar dicho proceso, los resultados de la investigación sugieren algunas acciones a desarrollar.

Una primera acción consiste en promover que el alumnado manifieste sus experiencias relativas a las clases de ciencias, tome conciencia de ellas para poder, así, reconsiderar su relación afectiva con la ciencia. Una vez que el alumnado sea consciente de sus emociones o actitudes (positivas o negativas) respecto de la ciencia, será posible reconstruirlas a través de un proceso de reflexión y de diálogo, en el que necesariamente intervendrán las dimensiones ideológica y conceptual. La dimensión ideológica ayudará a los futuros maestros a reflexionar sobre el papel del docente como mediador entre el alumnado y la ciencia, y sobre el papel de la educación científica en la formación ciudadana. La dimensión conceptual dotará al alumnado de aquellos conocimientos, tanto científicos como psicopedagógicos, necesarios para el diseño, aplicación y evaluación de contextos educativos que busquen fomentar los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias, favoreciendo la reconstrucción fundamentada de las prácticas educativas.

Otra acción será garantizar la máxima interrelación entre la teoría y la práctica-y, para ello, es imprescindible consolidar los mecanismos que garanticen la calidad y la coherencia de las clases y las tutorías recibidas en la Facultad y en las prácticas profesionales. Algunos mecanismos podrían ser la incorporación de experiencias que puedan ser catalogadas como «buenas prácticas» dentro de la docencia impartida en la Facultad, y el desarrollo de un vínculo más estrecho entre los centros de Prácticas y las tutorías de la facultad. Creemos que el establecimiento de estas relaciones entre teoría y praxis podría propiciar en el alumnado una reflexión profunda sobre la realidad escolar, que tome como eje vertebrador la interrelación entre ámbitos. Así, se podría ayudar a los estudiantes a descubrir cómo cada uno de los ámbitos condiciona al resto y cómo el resultado de esta vinculación determina los modos en que se configura la acción docente. De esta manera, ellos podrían construir un modelo didáctico propio con el cual iniciar su vida profesional.

Por último, desde una dimensión institucional, es necesario considerar la forma en que se acoge al alumnado de Magisterio desde los Departamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales y, específicamente, al presentar el Itinerario Científico y su vinculación con las prácticas desarrolladas en las escuelas. El diseño de nuevos planes de estudio de Magisterio constituye una gran oportunidad para incorporar esta perspectiva, con el fin de fomentar un modelo de escuela en el que el claustro sea concebido como un conjunto de maestros con una formación básica común y con competencias profesionales en áreas específicas.

Prospectiva

La prospectiva del presente trabajo nos sitúa frente al reto de considerar las vivencias del alumnado respecto a las clases de ciencias recibidas como un núcleo significativo para la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Ello comporta el planteo de nuevas preguntas: ¿cómo se contemplan las experiencias previas del alumnado?; ¿cómo se concientiza a los futuros maestros del cambio de papel que implica vivir la ciencia como alumnos y vivir la ciencia como parte del profesorado?; ¿qué aspectos de las experiencias vividas constituyen los obstáculos más significativos para modificar la relación entre los futuros docentes y la ciencia?; ¿las actividades basadas en la práctica reflexiva pueden favorecer la evolución de los modelos didácticos?

Para responder a estas y otras cuestiones es imprescindible una reflexión profunda que permita conocer, comprender y caracterizar el Itinerario Científico de los futuros maestros y establecer conexiones entre los elementos que lo forman. Algunas propuestas de investigación plantean la necesidad de avanzar en la comprensión de las experiencias del alumnado respecto a la formación científica, para conocer más a fondo aspectos como la relevancia del ámbito actitudinal en las opiniones de los estudiantes y su relación con el resto de ámbitos. Las razones que llevan al alumnado a asociar la ciencia únicamente con la acción y a valorar de forma tan positiva los modelos didácticos basados en la actividad.

Desde un punto de vista descriptivo se establece un reto longitudinal y otro transversal. Desde la perspectiva longitudinal, parece oportuno proyectar una investigación, con una duración de tres o cuatro cursos académicos, que permita obtener un perfil más consistente de las experiencias de los futuros maestros de Educación Primaria respecto a la educación científica recibida. Desde una perspectiva transversal, surge la oportunidad de diseñar un estudio en el que participe alumnado de Magisterio de la especialidad de Educación Primaria e Infantil para obtener información que permita comprobar si son generalizables los perfiles que aparecen en la titulación de Educación Primaria.

Referencias bibliográficas

- BRADLEY, J. (1968). *Distribution-free statistical tests*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- COLL, C. (Coord.) (1997). *Psicología de la instrucción*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- DELVAL, J. (2002). Cómo hay que hacer una reforma educativa. *Cuadernos de Pedagogía*, 313, 86-90.
- DÉSALUTES, J., LAROCHELLE, M., GAGNÉ, B. et RUEL, F. (1993). La formation à l'enseignement des sciences: le virage épistémologique. *Didaskalia*, 1, 49-67.
- EVANS, H., y FISHER, D. L. (2000). Cultural differences in students' perceptions of science teachers' interpersonal behaviour. *Australian Science Teachers Journal*, 46(2), 9-18.
- FEIMAN-NEMSER, S. (1990). Teacher's preparation: structural and conceptual alternatives. En W. R. HOUSTON (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 212-233). Nueva York: Mac Millan.
- GENE, A. M. y GIL, D. (1998). La formación del profesorado como cambio didáctico. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 2, 155-160.
- GIL, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?. *Enseñanza de las ciencias*, 9(1), 69-77.
- GIMENO, J. (1988). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- IMBERNON, F. (1994). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona: Graó.
- (2001). Claves para una nueva formación del profesorado. *Investigación en la Escuela*, 43, 57-66.
- INTERNATIONAL BUREAU FOR EDUCATION (2001). *Science education for contemporary society: Problems, issues and dilemmas*. Geneva: International Bureau for Education, UNESCO.
- LYONS, T. (2006). Different Countries, Same Science Classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591-613.
- LEBART, L., MORINEAU, A. ET PIRON, M. (2000). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris: Dunod.
- MARTIN, R. M. Y PORLÁN, R. (1999). Tendencias en la formación inicial del profesorado sobre los contenidos escolares. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 35, 115-128.

- MARCELO, C. (1994). *Formación del profesorado para el cambio educativo*. Barcelona: PPU.
- MELLADO, V. Y GONZÁLEZ, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En: F. J. PERALES y P. CAÑAL (2000), *Didáctica de las Ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 353-555). Alcoy: Marfil.
- PÉREZ GÓMEZ, A. (1992). La función y formación del profesor en la enseñanza para la comprensión. En: J. GIMENO y A. PÉREZ GÓMEZ, *Comprender y transformar la Escuela* (pp. 398-429). Madrid: Morata.
- PORLÁN, R. Y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- PUJOL, R. M. (2001). La ciència més que mai pot ser una eina per formar ciutadans i ciutadanes. *Perspectiva Escolar*, 257, 2-8.
- SANMARTÍ, N. (2001). Un repte: millorar l'ensenyament de les ciències. *Guix*, 275, 11-21.
- SCHÖN, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner*. New York: Temple-Smith.
- (1992). *La formación de profesores reflexivos*. Sevilla: Respiso Libros.
- SJØBERG, S. Y SCHREINER, C. (2005). Young people and science. Attitudes, values and priorities: evidence from the ROSE project. Keynote Presentation at the European Union Science and Society Forum, Bruselas, 9-11 marzo (en papel).
- SHULMAN, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 51(4), 445-498.
- VÁZQUEZ, B., JIMÉNEZ, R. Y MELLADO, V. (2007). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 73-90.
- ZEICHNER, K. M. (1983). Alternative paradigms of teacher education. *Journal of Teacher Education*, 34, 3-9.

Fuentes electrónicas

- DRURY, C. y ALLEN, A. (2002). *Report of the task force on the physical sciences*. Dublín: Department of Education and Science. Recuperado el 28 de junio de 2003, de: <http://www.sciencetaskforce.ie/report>.

Dirección de contacto: Josep Bonil Gargallo. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Edifici G, Campus de Bellaterra, 08913, Bellaterra (Barcelona), España. E-mail: josep.bonil@uab.cat