

¿Qué estamos enseñando y qué deberíamos enseñar desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria?

Ana Rivero¹, Mercedes Martínez-Aznar², Alfonso Pontes³ y José M^a Oliva⁴

¹Universidad de Sevilla, ²Universidad Complutense de Madrid, ³Universidad de Córdoba, ⁴Universidad de Cádiz

RESUMEN

Esta comunicación constituye una síntesis de las aportaciones a una de las mesas redondas de los Encuentros. Se trata de contribuir al debate en torno a la selección y organización de los contenidos de didáctica de las ciencias y de la tecnología para el Máster de formación inicial del profesorado de secundaria. Se realiza una reflexión teórica sobre los fundamentos y la investigación en didáctica y formación del profesorado, se comparan los contenidos impartidos en distintas universidades dentro de la referida titulación, y se plantean algunos dilemas en torno a los criterios que deberían orientar la selección y organización de los mismos. Todo ello con objeto de animar el debate y la discusión al respecto, y demarcar posibles campos de investigación futura.

Palabras clave

Contenidos para la formación del profesorado; Didáctica de las Ciencias; Didáctica de la Tecnología; Formación inicial del profesorado; Máster de Profesorado de Secundaria.

INTRODUCCIÓN

La implantación del Máster de Secundaria en el curso 2009-2010 ha venido a marcar un hito en la consideración de la formación inicial del profesorado de dicho nivel educativo. La primera preocupación ha estado en lograr implantar este nuevo título desde unos mínimos que garanticen una formación profesionalizante en donde las didácticas específicas jueguen un papel protagonista. Una vez transcurridos ya cinco años desde la implantación, parece lógico que nos preocupemos por revisar las enseñanzas que ofrece dicho título, valorar sus fortalezas y debilidades y realizar propuestas de futuro a partir de un profundo debate. En este sentido, un aspecto importante a discutir en la formación inicial es el de los contenidos que son objeto de estudio en las materias del bloque específico, sobre todo de aquellos que dependen de nuestra área de conocimiento.

El tema de los contenidos de la formación ha sido un tema poco explorado dado que, casi siempre, en los foros y en las publicaciones al uso se analizan aspectos como el de las concepciones del profesorado, las competencias profesionales, los modelos formativos o los recursos para la formación. Pero sabemos poco acerca de qué contenidos se imparten realmente en las distintas universidades y, salvo honrosas excepciones (Gil, 1991; Carrascosa et al. 2008; Martínez-Aznar et al., 2013), se ha producido un escaso debate sobre qué contenidos concretos deberíamos enseñar realmente y cómo deberían organizarse. Ello a pesar que, en el marco de la reflexión,

teórica sí que ha existido una profunda preocupación por abordar aspectos sobre el conocimiento profesional de los profesores (Porlán, 1993; Porlán y Martín del Pozo, 1994; Navarrete, Azcárate y Oliva, 2001) o sobre el conocimiento didáctico del contenido (Barnett y Hodson, 2001; Abell, 2008; Acevedo, 2009).

El discurso en torno al que se ha planteado esta mesa redonda se ha estructurado en tres partes. En la primera, se realiza una reflexión teórica sobre el tema de los contenidos en la formación, aportando fundamentos para el análisis y con vistas, posteriormente, a incitar a la discusión. En segundo lugar se describen distintas experiencias de formación que se vienen realizando en diversas universidades españolas dentro de las especialidades de ciencias experimentales del Máster de profesorado de Secundaria. En tercer lugar, se procede a un estudio análogo para la especialidad de Tecnología, aprovechando la ocasión para delimitar semejanzas y diferencias entre la didáctica de las ciencias y de la tecnología. Finalmente, sobre la base del marco teórico propuesto y de los datos encontrados, se formulan algunos dilemas al objeto de animar el debate entre los asistentes.

QUÉ DEBERÍAMOS ENSEÑAR EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO: UNA REFLEXIÓN TEÓRICA

Aprender a enseñar ciencias no es un proceso sencillo. En la formación del profesorado intentamos poner a los futuros profesores en contacto con un conocimiento elaborado (fruto de la innovación y la investigación educativa), que ellos reinterpretan con sus propios esquemas. Entre los conocimientos que los formadores consideramos relevantes y los esquemas de los estudiantes, futuros profesores, existen importantes diferencias. Resaltamos algunas de ellas en la Tabla 1.

	Conocimiento a enseñar	Esquemas de los futuros profesores
Elaboración	Fruto de la investigación y la reflexión consciente	Fruto de la interiorización (a menudo inconsciente) de su experiencia como alumno
Componentes	Conocimientos académicos (y experienciales)	Conocimientos experienciales derivados de su historia escolar (y académicos)
Organización	Coherente y en función de una lógica disciplinar (la de la Didáctica de las Ciencias)	Poco coherentes. La coherencia que exista es en función de preocupaciones e intereses concretos y personales

Tabla 1. Diferencias entre el conocimiento a enseñar y los esquemas de los futuros profesores.

En los programas de formación debemos hacer un esfuerzo, pues, por conseguir que nuestras propuestas resulten significativas y ajustadas a los futuros profesores, de manera que promuevan intencionalmente cambios reales en sus esquemas. Exactamente igual que proponemos para la enseñanza de las ciencias a los alumnos.

En el caso de la formación del profesorado hay que tener en cuenta, muy especialmente, que buscamos no sólo un cambio en sus esquemas de conocimiento, sino también en sus esquemas de acción. Y que, aun siendo cierto que hay relación entre conocimiento y actuación, ésta no es simple ni directa. Por ejemplo, la toma de conciencia de las contradicciones que hay entre algunas creencias (la idea de que es importante la participación del estudiante) y ciertas pautas de acción (realizar preguntas sin esperar respuestas) es condición necesaria para el cambio de la práctica, pero no es suficiente (Porlán y otros, 2010). Y no lo es, como plantean los autores citados, porque dichas pautas se desarrollan, como decíamos más arriba, por reproducción inconsciente de

conductas observadas durante mucho tiempo, que se activan automáticamente ante situaciones similares a aquellas en que fueron interiorizadas y que aportan seguridad en una situación cargada de incertidumbres, como es el aula.

Por otro lado, estos esquemas de acción, aunque se construyan de manera inconsciente, no son neutros. Responden a una teoría implícita que los hace resistentes al cambio, pues muchos otros aspectos de la práctica escolar (la disposición de las mesas en el aula, la organización del currículum, de los espacios y de los horarios, etc.) se fundamentan en los mismos “mitos” (Tobin y McRobbie, 1996).

Entonces, si en la formación inicial del profesorado ofrecemos las ideas elaboradas en el marco disciplinar (tales como alfabetización científica, aprendizaje por investigación, etc.), tal cual, descontextualizadas de la práctica profesional (o, en todo caso, entendiendo la práctica como mera aplicación de la teoría) y organizadas temáticamente, según la lógica de nuestra disciplina, es probable que no sean significativos para la mayoría de los futuros profesores y que el cambio de sus esquemas de conocimiento no sea el óptimo. En todo caso, si no encuentran en ellos referentes en términos de pautas de actuación concretas, no se modificarán sustancialmente sus esquemas de acción. Dicho de otra manera, *los profesores no abandonan un esquema de acción por un principio teórico sino por otro esquema de acción* (Porlán y otros, 2010, pp. 34). Desde hace mucho la investigación educativa ha tomado consciencia de esta circunstancia aunque no siempre se ha comprendido bien desde qué razones y qué implicaciones debía tener para la organización de la formación. En este sentido, es bien conocido por formadores e investigadores la insistente tendencia del profesorado a demandar “recetas” para el aula, pero es posible que, en el fondo, lo que los profesores demandan en este sentido no son sino nuevos esquemas en acción que sustituyan a aquellos otros intuitivos que se les están cuestionando desde la formación. Esta otra forma de ver el problema debería tener importantes implicaciones para la formación.

Miremos ahora el objetivo que buscamos en la formación del profesorado de ciencias: ¿qué conocimiento queremos que elaboren los profesores? La práctica de la profesión docente, entendida como intervención fundamentada en la realidad y no como mera acción, requiere de un conocimiento diferenciado del conocimiento disciplinar (tanto el relacionado con la materia de enseñanza como el relacionado con las ciencias de la educación) y del conocimiento vinculado a la experiencia (ya sea uno más formalizado, lo que se ha denominado conocimiento del contexto, como el más vinculado a la experiencia de aula), aunque relacionado con ellos. Es decir, enseñar ciencias exige la creación y utilización de un conocimiento genuino, que resulta de las sinergias entre esos componentes (Abell, 2008) y que permite distinguir el conocimiento del profesor del de otros profesionales relacionados con la educación. A este conocimiento se refieren algunos autores con Conocimiento Práctico Profesional (CPP) (Porlán y Rivero, 2001; Wallace y Kang, 2004) y otros como Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) (Lee y Luft, 2008). Así, Abell (2008) define el CDC como el conocimiento que los profesores emplean cuando planifican y llevan a cabo la enseñanza e implica la transformación del conocimiento de la materia, del conocimiento pedagógico y del conocimiento del contexto en una nueva forma de conocimiento que es más poderoso que sus partes constituyentes (Nilsson, 2008).

¿Se puede desarrollar este conocimiento desde la formación inicial del profesorado, o es un conocimiento que sólo poseen los profesores con experiencia? ¿En la formación inicial debemos encargarnos sólo de desarrollar conocimiento de la materia, conocimiento pedagógico –general y específico–, etc. y esperar a la formación

permanente para desarrollar el CDC? Apoyándonos en otros estudios, nosotros defendemos que sí es posible y necesario iniciarlo en la formación inicial (Zemba-Saul, Blumenfeld y Krajcik 2000; De Jong, van Driel, and Verloop 2005; Nilsson, 2008; Buitink, 2009). Todos esos autores destacan la importancia de involucrar a los futuros profesores en la reflexión sobre la enseñanza de contenidos concretos de ciencia con el fin del ayudarles a hacer cambios sustantivos en su conocimiento personal e iniciar así el desarrollo del CDC.

La opción que proponemos, pues, es situar el conocimiento genuino necesario para enseñar como el eje en torno al cual decidir la selección, organización y presentación de los contenidos de la formación, también en la formación inicial. Se trataría de facilitar la reflexión sobre la práctica profesional en relación a la enseñanza de contenidos concretos de ciencia (propia o de otros, a nivel sólo de planificación o de planificación y desarrollo, de desarrollo real o simulado...) para iniciar la construcción del CDC (que es algo más que la suma de sus componentes, no lo olvidemos) y desde ahí enlazar con el resto de los conocimientos relevantes (conocimiento de la materia y conocimiento de la Didáctica de las Ciencias, especialmente y, en su caso, de otras ciencias de la educación y del contexto). De esta forma, es más probable el ajuste de los contenidos formativos a las necesidades y preocupaciones de los profesores en formación, que no son exactamente las de la Didáctica de las Ciencias.

Pero, si bien todos estos planteamientos representan la opción más cercana a la reflexión teórica y a la investigación educativa, queda en el aire la cuestión de qué sucede realmente en las prácticas formativas al uso. A ello dedicaremos la atención en los próximos apartados.

QUÉ ESTAMOS ENSEÑANDO EN LAS ESPECIALIDADES DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

A la hora de abordar este punto se necesita conocer qué contenidos se están enseñando en las asignaturas de las especialidades de Física y Química y de Biología y Geología del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MFPS) y, este es el propósito de esta ponencia. La pretensión es conocer aspectos de la realidad como punto de partida para la reflexión y mejora en el futuro. Para ello, y con fines prácticos, la pregunta se va a desglosar en los siguientes objetivos:

- 1.- Identificación de algunas características generales del módulo específico y de las diferentes asignaturas que lo constituyen para las especialidades de Física y Química y de Biología y Geología en una muestra de universidades españolas.
- 2.- Análisis de los contenidos que se abordan, en la muestra de universidades, para las diferentes asignaturas del módulo específico (materias de *Complementos, Aprendizaje y Enseñanza e Innovación docente*).
- 3.- Presentación de algunas cuestiones con la intención de mejorar y completar la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria.

Las universidades seleccionadas para el estudio han sido: Alicante (UA), Autónoma de Barcelona (UAB), Cádiz (UCA), Complutense (UCM), Santiago de Compostela (USC) y Zaragoza (UZ). En todas ellas se imparten las especialidades de Física y Química y de Biología y Geología excepto en la de Santiago de Compostela que se agrupan en la especialidad de Ciencias Experimentales.

La información utilizada es la proporcionada por las Webs de las universidades sin que se pueda asegurar que los contenidos indicados sean los realmente impartidos o desarrollados en los cursos del Máster. Es decir, los datos manejados se infieren de los tópicos expresados y han requerido de unificación terminológica.

Un aspecto común a todas las universidades es el catálogo de competencias previstas en los planes de estudios correspondientes, así como los descriptores principales de las principales materias del currículum. De hecho, todas comparten el mismo marco de referencia, al ser este un título habilitante a nivel nacional, regulado por Orden Ministerial. No obstante, a pesar de ello, surgen diferencias notorias de unos casos a otros que también conviene resaltar.

Para empezar, se aprecian diferencias en cuanto a las asignaturas, los temas tratados y el nivel de concreción de los mismos.

1.- Según se aprecia en la Tabla 2, las universidades revisadas han distribuido de forma variada, normalmente, más créditos de los 24 oficialmente asignados como mínimo al módulo específico (ORDEN ECI/3858/2007). Cabe destacar que en la UCM los *Complementos* constituyen la mitad de los créditos del módulo y que, excepto para la UCM, la USC y la UZ, los contenidos están asignados de forma global a la materia lo que podría significar que se trata de una sola asignatura. Como peculiaridad, en la UZ están explícitamente relacionadas con competencias de la titulación.

	Complementos	Aprendizaje y Enseñanza	Innovación docente e investigación educativa	Total ECTS	% ECTS de la titulación
UA	9	15	6	30	50
UAB	12	9	9	30	50
UCA	6	12	6	24	40
UCM	15	10	5	30	50
USC*	8	12	6	26	43,3
UZ	12	15	3	30	50

Tabla 2: Distribución de créditos ECTS del módulo específico y de sus correspondientes materias para las especialidades de Física y Química y de Biología y Geología. (* especialidad única de Ciencias Experimentales)

Para la materia de *Aprendizaje y Enseñanza* las UA y UZ son las que asignan mayor número de créditos y la UAB la menor. En cuanto a la materia de *Innovación docente* la UAB le dedica el mayor número de créditos y la UZ el menor. En conclusión, se observa una distribución muy variada de los créditos del módulo específico para las distintas materias.

2.- En la Tabla 3 se presentan los contenidos abordados en la materia de *Complementos formativos* para la muestra de universidades. Hay que indicar que las asignaturas incluidas en la materia son impartidas en su mayoría por profesorado de departamentos de las facultades específicas de contenidos y, en general, tratarían saberes presentes en los currículos escolares. Sólo en el caso de la UZ se sugiere un planteamiento de los saberes disciplinares desde la didáctica, haciendo hincapié en su selección, las competencias, la evaluación, etc., mientras que en el de la UCA la parte de historia y naturaleza de la ciencia es impartida por profesorado de didáctica de las ciencias, relacionando dichos saberes con la problemática de la educación científica.

En lo que respecta a la materia de *Aprendizaje y Enseñanza*, los temas tratados se recogen en la Tabla 4. Como puede observarse los contenidos mayoritarios son los considerados propios de la disciplina de las Didácticas de las Ciencias y, en la UAB y

UCM se presentan ejemplificaciones en términos de conocimientos escolares (transposiciones didácticas).

	UA	UAB	UCA	UCM	USC	UZ	
Contenidos	-Disciplinares	✓ *	✓ *	✓ *	✓ *	✗	✓ *
	-Avances/Actualización	✓ *	✓ *	✓ *	✓		
	-Escolares						✓ *
Metodología	✓ *	✓ *	✓ *	✓	✗		
Técnicas de laboratorio				✓			
Resolución de problemas	✓ *		✓ *				
Historia	✓ *	✓	✓ *	✓	✗	✓ *	
Naturaleza de la ciencia	✓ *		✓ *				
CTSA		✓	✓ *		✗	✓ *	

Tabla 3: Relación de contenidos declarados para la materia de “Complementos disciplinares” para las universidades del estudio (✓ para la especialidad de Física y Química; * para la especialidad de Biología y Geología y ✗ para la especialidad de Ciencias Experimentales)

	UA	UAB	UCA	UCM	USC	UZ	
Contenidos sobre didáctica	Didáctica como disciplina	✓ *	✓ *	✓ *			
	Teorías del aprendizaje/dificultades			✓ *	✓	✗	✓ *
	Historia				*		✓ *
	Naturaleza de la ciencia	✓ *			*		✓ *
	Lenguaje científico						✓ *
	CTSA/Alfabetización	✓		✓ *	✓	✗	✓ *
	Modelos de enseñanza	✓ *		✓ *	✓	✗	✓ *
	Currículo	✓ *		✓ *	✓ *		✓ *
	Competencias				✓ *	✗	✓ *
	Transposición didáctica				✓		✓
	Actividades/programas de actividades	✓ *	✓ *	✓ *	✓		✓ *
	Experimentación			✓ *	*		✓ *
	Unidades didácticas		✓ *		✓ *		
	Resolución de problemas		✓ *	✓ *	✓	✗	
	Indagación			✓ *			✓ *
	Modelización			✓ *	✓		
	Argumentación						✓ *
	TIC		✓ *	✓ *	✓ *		✓ *
	Concepciones del profesorado	✓ *					✓ *
	Clima de aula y centro	✓	✓ *				
	Proyectos educativos				*		✓ *
Programas de diversificación						✓	
Género						✓ *	
Contenidos impartidos didácticamente	Física y Química		✓		✓		
	Biología y Geología		*		*		

Tabla 4: Relación de contenidos declarados para la materia de “Aprendizaje y Enseñanza” para las universidades del estudio (✓ para la especialidad de Física y Química; * para la especialidad de Biología y Geología y ✗ para la especialidad de Ciencias Experimentales)

Además, en la información recogida se han encontrado diferencias entre las especialidades (Física y Química/Biología y Geología) para una misma universidad, lo

que podría significar falta de consenso o una adecuación de los temas al profesorado encargado de su impartición.

Por último, en relación a la materia de *Innovación docente*, en la Tabla 5 se recogen los aspectos planteados por las universidades de referencia. En este caso, se han hecho reelaboraciones y unificaciones de aspectos abordados. En el apartado dedicado a la innovación se aprecia la diferenciación entre la teoría y su desarrollo y ejemplificación práctica. La UCA, de forma explícita, plantea la evolución de los enfoques y proyectos innovadores. Cabe destacar que excepto la UCM y la USC las restantes universidades tratan el desarrollo profesional y el papel del profesor investigador.

	UA	UAB	UCA	UCM	USC	UZ	
Innovación	Caracterización		✓ *				
	Diagnóstico actual		✓ *				
	Evaluaciones externas		✓ *	*	×	✓ *	
	Enfoques y su evolución		✓ *				
	Tendencias actuales:		✓ *			✓ *	
	CTSA		✓ *	✓ *			
	Modelos de enseñanza				*		
	Currículo				✓ *		
	Competencias				✓ *		
	Transposición didáctica				✓ *		✓
Tecnologías digitales			✓ *	✓ *			
Diseño/ Elabora ción	Programas de actividades	✓ *					
	Unidades didácticas		✓ *	✓ *	×		
	Resolución de problemas		✓ *	✓ *	✓	×	
	Programas de innovación					✓ *	
Investigación	El profesor como investigador		✓ *	✓ *		✓ *	
	Investigación en el aula y desarrollo profesional	✓ *	✓ *	✓ *			
	Planificación de investigaciones	✓ *	✓ *	✓ *	✓	✓ *	
	Metodología		✓ *		✓	×	✓ *
	Técnicas e instrumentos de recogida de datos		✓ *	✓ *			
	Dimensiones/indicadores de evaluación			✓ *	*		
	Artículos	✓ *			✓ *		
	Libros, revistas, recursos	✓ *		✓ *	✓ *		
Formación a lo largo de la vida	✓ *	✓ *					

Tabla 5: Relación de contenidos declarados para la materia de “Innovación docente e iniciación a la investigación educativa” para las universidades del estudio (✓ para la especialidad de Física y Química; * para la especialidad de Biología y Geología y × para la especialidad de Ciencias Experimentales)

En conclusión, para el módulo Específico de la titulación, se puede indicar que todas las universidades revisadas abordan los aspectos que posibilitarían la adquisición de las competencias consideradas en la ORDEN ECI/3858/2007, aunque evidentemente ello no pueda asegurar que en la práctica se consiga.

3.- Presentación de algunas cuestiones con la intención de mejorar y completar la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria.

La formación inicial del profesorado se considera un medio imprescindible para la mejora de la educación científica (Gil, 1991; Mellado et al., 1999). Así, para poder cumplir sus finalidades el MFPS debe: 1) disponer de programas formativos acordes con las necesidades de nuestro tiempo, es decir, que preparen para la profesión y, 2) conseguir que tenga una repercusión real en la práctica de los profesores noveles.

Para que la integración teoría-práctica, más allá de las ejemplificaciones que se vayan desarrollando en las asignaturas de las materias de *Aprendizaje y Enseñanza* y de

Innovación docente, sigue siendo necesaria una relación real con el Practicum, con centros y mentores que estén en consonancia con la necesaria revisión de la enseñanza de las Ciencias (Vázquez-Bernal y Jiménez-Pérez, 2013). Es decir, deben generarse oportunidades para que los alumnos desarrollen sus competencias.

Surgen entonces algunas preguntas al respecto que deberían ser analizadas, no solo desde la praxis, sino también desde el marco teórico antes expuesto. Como por ejemplo, en qué medida los contenidos descritos son realmente los más adecuados para el ejercicio profesional o cuáles deberían impartirse, y desde qué organización, en su lugar.

QUÉ ESTAMOS ENSEÑANDO EN LA ESPECIALIDAD DE TECNOLOGÍA

En esta sección se analizan los contenidos del módulo específico de la especialidad de tecnología que se imparten en el máster de formación del profesorado de secundaria (Máster FPES) en las Universidades de Córdoba (UCO), Alcalá de Henares (UAH), Zaragoza (UZ), Alicante (UA), Santiago de Compostela (USC) y en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), tomando como referencia el plan de estudios y la experiencia desarrollada durante los último cinco cursos en la Universidad de Córdoba.

En la mayoría de las universidades citadas (UCO, UAH, USC y UPC) tales contenidos se desarrollan en las tres materias del módulo específico del máster: Complementos de Formación Disciplinar, Aprendizaje y Enseñanza de la Tecnología y, por último, Innovación e Investigación Docente. Los contenidos concretos y el número de créditos asignados a cada materia varían un poco en cada universidad, y en algunos casos, como Alicante y Zaragoza, tales contenidos se han reorganizado en torno a cinco asignaturas de menor extensión, aunque los temas tratados son bastante similares al resto de universidades. En la UCO tales materias suponen un total de 24 créditos ECTS. En general, los contenidos de las materias del módulo específico correspondientes a la especialidad de Tecnología, en las universidades andaluzas, son bastante similares a los de las especialidades de ciencias experimentales, ya que tales universidades colaboraron en el diseño de un plan de estudios común. Por tanto, no es necesario mostrar las tablas de contenidos de las diversas materias en el área de tecnología, ya que los contenidos de las especialidades de ciencias experimentales de la UCA que se han mostrado anteriormente, en las tablas 3, 4 y 5, son bastante representativos de lo que se imparte en las restantes universidades de esta comunidad. A continuación se analizan con detalle los contenidos de las materias del área de tecnología, en las seis universidades de referencia, y posteriormente se comentarán las principales diferencias encontradas entre la formación del profesorado de ciencias y del profesorado de tecnología.

La asignatura Complementos de Formación Disciplinar en Tecnología (CFDT) es una materia un tanto heterogénea en cuanto a contenidos, ya que en las seis universidades analizadas varía entre 4 y 9 créditos. En la UCO es una asignatura de 6 créditos que se desarrolla en los cuatro bloques de contenidos siguientes: (1.1) El currículum de las materias del área de tecnología en educación secundaria, bachillerato y en algunos módulos de formación profesional; (1.2) El perfil profesional del profesorado de tecnología y los conocimientos científico-didácticos necesarios para el acceso a la función docente; (1.3) Aspectos históricos y epistemológicos del desarrollo del conocimiento en tecnología; (1.4) Aplicaciones sociales de la tecnología y relaciones interdisciplinarias con otras áreas de conocimiento. En la UCO todos los contenidos que se imparten en esta asignatura pertenecen al dominio de la formación docente, pues se considera que los futuros profesores de tecnología ya han adquirido suficientes conocimientos disciplinares académicos durante los estudios universitarios previos.

Los contenidos correspondientes a los aspectos históricos (1.3) y relaciones CTS (1.4) se imparten con mayor o menor extensión en todas las universidades analizadas, pero el tema de la profesionalidad docente (1.2) sólo se trata en varias universidades (UZ, UAH y UCO). Por otra parte, hay varias universidades que dedican bastante atención al desarrollo de contenidos disciplinares (UA y USC) o a otros aspectos como el aula de tecnología (UPC). Finalmente, el tema del currículum de tecnología (1.1) presenta cierta variedad de aproximaciones, ya que hay universidades que lo abordan ampliamente en esta materia (USC, UCO y UA) mientras que otras lo hacen levemente porque lo vuelven a tratar en materias posteriores (UAH, UPC y UZ).

La asignatura Aprendizaje y Enseñanza de la Tecnología (AET), es una materia más homogénea en sus contenidos, ya que las seis universidades analizadas comparten un tronco común que podemos identificar con el desarrollo del currículum en el área de Tecnología. No obstante, varía su extensión (de 12 a 16 créditos) de unos casos a otros, así como el tratamiento y distribución de los bloques temáticos. En la mayoría de las universidades analizadas esta asignatura se ha dividido en varias materias de menor extensión y en algunos casos es una asignatura que integra la didáctica específica de la Tecnología con otras áreas como la Informática (USC) o las Matemáticas (UZ).

La asignatura AET en la UCO es una materia específica de 12 créditos que se desarrolla en los seis bloques de contenidos siguientes: (2.1) El aprendizaje en tecnología: concepciones de los alumnos, dificultades de aprendizaje y factores que ayudan a mejorar el proceso de construcción de conocimientos significativos; (2.2) Métodos de enseñanza de carácter general y métodos específicos en tecnología: análisis de objetos tecnológicos y aprendizaje basado en proyectos; (2.3) Recursos educativos de carácter general y recursos específicos para la enseñanza de la tecnología: el aula-taller; (2.4) La evaluación del aprendizaje en tecnología: fines, criterios e instrumentos de evaluación; (2.5) Análisis de materiales educativos y diseño de unidades didácticas; (2.6) La programación de la actividad docente como integración de los conocimientos profesionales sobre enseñanza y aprendizaje en el área de tecnología.

Los bloques de contenidos relacionados con la metodología de enseñanza (2.2), evaluación (2.4), programación docente (2.5) y diseño de unidades didácticas (2.6) se imparten, con mayor o menor extensión, en todas las universidades analizadas, emergiendo como principales aspectos comunes de la didáctica de la tecnología el análisis de objetos, el diseño de proyectos y las relaciones CTS. Pero, encontramos importantes diferencias en el tema de aprendizaje (2.1) ya que la mayoría de universidades se centran en aspectos muy generales (factores influyentes, dificultades, competencias, actitudes,...), pero sólo hay dos universidades (UA y UCO) que abordan, de forma explícita, las concepciones de los alumnos y su papel en los procesos de aprendizaje. En el tema de los recursos educativos (2.3) observamos que la mayoría de las universidades hacen referencia a recursos generales como libros de texto, medios audiovisuales y ordenadores, pero hay recursos específicos de la educación tecnológica, como el aula taller, que sólo se abordan de forma explícita en algunas universidades (UZ, UCO y UAH), aunque en la UPC este tema lo tratan en la asignatura CFDT.

La asignatura Innovación Docente e Investigación Educativa (IDIE) es quizá la materia más homogénea en cuanto a estructura se refiere, ya que las seis universidades analizadas comparten dos bloques relativamente diferenciados, pero varía bastante su extensión en cada universidad (entre 3 y 6 créditos). Por otra parte, en algunos casos se trata de una materia específica del área de tecnología (UA y UZ), en otros casos es una materia compartida con el área de ciencias y matemáticas (UAH, USC y UPC) y

también hay casos donde hay una parte específica para alumnos del área de tecnología y otra parte compartida con alumnos del área de ciencias experimentales (UCO).

En la Universidad de Córdoba, la materia IDIE es una asignatura semi-específica de 6 créditos, en la que se distinguen dos bloques temáticos bien diferenciados. El primero (3.1) está dedicado al estudio del proceso de innovación docente que puede llevar a cabo el profesorado de tecnología, comenzando por analizar las principales líneas de trabajo en la educación tecnológica actual y algunos ejemplos concretos de innovaciones educativas relacionadas con el uso de las TICs (Pontes, 2013), con las relaciones CTS (Solomon, 2003) y el aprendizaje basado en proyectos (Cenich y Santos, 2005). También se estudian las vías disponibles para llevar a cabo innovaciones educativas, se analizan algunos proyectos de innovación docente y los aspectos a tener en cuenta a la hora de elaborarlos. La segunda parte (3.2) es más general, ya que se dedica al estudio de los métodos y recursos de investigación educativa que pueden utilizar conjuntamente los profesores de ciencia y tecnología, agrupando en este bloque al alumnado de las especialidades de Tecnología y Física-Química. En este segundo bloque se trata de enseñar a transformar un proyecto de innovación docente en una investigación educativa: diseñar investigaciones, formular hipótesis, recoger información para la contrastación de hipótesis, analizar resultados, etc.

Ya hemos indicado que estos contenidos de la materia IDIE se imparten en todas las universidades analizadas, aunque con diferencias importantes. Además de los aspectos comunes (bloques 3.1 y 3.2) que se han comentado en esta materia, hay universidades que incluyen aspectos muy específicos donde se relaciona la innovación y la investigación educativa con la creatividad del profesorado (UPC), el diseño y aplicación de programas de actividades en el aula (UCO y UA), la reflexión sobre la práctica docente (UA), el trabajo en equipo y la formación permanente (UZ).

Todo lo anterior nos permite ahora proceder a un estudio comparativo global de los contenidos impartidos en distintas universidades españolas, observando que existe un tronco común de elementos formativos abordados en todos los planes de estudios, pero apreciándose también importantes diferencias en los temas tratados y en la importancia que se concede a cada tema. Creemos en este sentido que, como se viene haciendo en la mayoría de casos, la formación inicial del profesorado de secundaria debería dirigirse a abordar contenidos en didáctica de la tecnología (alfabetización tecnológica, naturaleza del conocimiento tecnológico, el currículum de tecnología, dificultades de aprendizaje, métodos de enseñanza, recursos educativos, la evaluación,...), pero que al mismo tiempo es importante contextualizar la adquisición de conocimientos docentes con un tratamiento didáctico adecuado de los contenidos concretos del currículum de tecnología: materiales, mecanismos, electricidad, electrónica, informática, diseño, etc.

Por otro lado, hay que señalar que, aunque existen importantes vínculos entre la Didáctica de las Ciencias y la Didáctica de la Tecnología (Linn, 1987; Gilbert, 1995), también hay elementos diferenciadores que conviene señalar. En concreto hay que valorar dos aportaciones específicas e importantes de la Didáctica de la Tecnología como son el método de análisis de objetos (Doval, 2001) y el método de aprendizaje basado en proyectos (Solomon, 2003), este último ciertamente próximo a los enfoques de enseñanza por investigación en torno a problemas, pero con singularidades importantes que habría que tener en mente. Por ejemplo, un elemento diferenciador importante entre la Didáctica de la Tecnología y la Didáctica de las Ciencias es el status que se concede a las concepciones de los alumnos y la función que desempeñan en los procesos de aprendizaje. En Didáctica de las Ciencias el estudio de las concepciones alternativas de los alumnos ha dado lugar al desarrollo de numerosas investigaciones

que han puesto de manifiesto la necesidad de considerar el aprendizaje de las ciencias como un proceso de cambio conceptual. Pero en Didáctica de la Tecnología no se concede mucha importancia al tema de las concepciones y el cambio conceptual, o al menos no se menciona en los manuales de didáctica específica del área (Aguayo et al., 1998) y tampoco se aborda en los estudios sobre formación inicial del profesorado de tecnología (Sutton, 2011). Tampoco existe en este área una tradición investigadora sobre el papel de las etapas evolutivas y del desarrollo cognitivo de los estudiantes en los procesos de aprendizaje de la tecnología. En cualquier caso, el hecho de que en la Didáctica de la Tecnología se conceda gran importancia al modelo de aprendizaje basado en proyectos, al aprendizaje práctico y colaborativo o a las aplicaciones CTS, indica que existen elementos importantes para fomentar un modelo de formación inicial docente, basado en los fundamentos educativos del enfoque constructivista.

REFLEXIONES FINALES E INCITACIÓN AL DEBATE

Un aspecto previo a considerar, antes que nada, es el de las limitaciones de los análisis realizados, los cuales responden más a una descripción de documentos formales que al resultado de un análisis pormenorizado de la práctica real. Así, por ejemplo, el hecho de que en los documentos consultados el currículum formativo venga precedido por una relación de competencias a desarrollar, podría suponer un primer indicio del compromiso de las materias del módulo específico con un enfoque profesionalizante de la formación inicial. No obstante, también es posible que todo acabe en una mera declaración de intenciones y que, en el fondo, ello no responda a los verdaderos principios que luego rigen la práctica formativa.

Lo que sí parece apreciarse en la mayoría de los casos es una tendencia a que los contenidos se estructuren en torno a los grandes espacios o tópicos característicos de la didáctica de las ciencias, más que a organizarse en torno a contenidos disciplinares propios de la ciencia, o en torno a los problemas que la práctica profesional plantea. Ello no quiere decir que exista una descontextualización del contenido didáctico respecto al contenido científico o a la problemática docente, dado que sería posible indirectamente abordar también esas dimensiones aunque de una forma subordinada a aquella. No obstante, tampoco ésta es una circunstancia que pueda constatarse a través del análisis que hemos realizado.

Afinando un poco más, se aprecian diferencias en los contenidos tratados en las distintas universidades, y también en algunos casos diferencias entre los contenidos planteados para la especialidad de Física y Química y para la de Biología y Geología, y diferencias mayores con la de Tecnología, particularmente mucho menos preocupada en este último caso por el tema de las concepciones de los alumnos y el cambio conceptual, o los enfoques centrados en las etapas del desarrollo evolutivo.

En la materia Complementos es donde se da mayor comunidad en los contenidos tratados en las distintas universidades y en las dos especialidades (B/G y F/Q). Por el contrario, es en la materia Innovación en la que se da mayor diversidad en los contenidos tratados en las distintas universidades.

En la materia E/A, que podríamos considerar la más nuclear del módulo específico, no hay ningún contenido que sea común a todas las universidades y a las dos especialidades. Aunque no alcancen la unanimidad, los que gozan de mayor consenso (presentes en 4 ó 5 de las universidades analizadas) parecen ser: currículum, modelos de enseñanza, actividades y TIC. En F/Q también están presentes en la mayoría de las universidades (4 ó 5 de ellas) CTSA/alfabetización y teorías del aprendizaje.

Junto a todo ello, a la vista de los contenidos que vienen impartándose y de los que, según el marco teórico aportado, se deberían proponer, nos parece pertinente formular algunas cuestiones para el debate, a modo posibles dimensiones en torno a las que discutir y profundizar en futuras investigaciones que se realicen sobre el tema:

1. ¿Se trata de impartir contenidos de didáctica de las ciencias (alfabetización científica, naturaleza de la ciencia, el currículum de ciencias, mecanismos y dificultades de aprendizaje de las ciencias, modelos de enseñanza, etc.) o se trata más bien de abordar ejemplificaciones de contenidos de ciencias impartidos didácticamente (la materia y sus cambios, la energía, la nutrición de las plantas, el sistema Sol-Tierra-Luna, etc.)?
2. Los contenidos elegidos desde el punto de vista didáctico, ¿han de establecerse de acuerdo a los que se manejan actualmente en las publicaciones al uso en didáctica de las ciencias, o han de estructurarse ofreciendo una imagen retrospectiva que tenga en cuenta un recorrido histórico del área?
3. Los contenidos abordados ¿se han de presentar como mera adaptación o simplificación de las investigaciones publicadas, o han de ser objeto de un proceso de revisión y reestructuración, a modo de transposiciones didácticas, antes de ser presentados a los profesores como candidatos a constituirse en conocimiento profesional? ¿Quién ha de realizar esa transposición? ¿Desde qué criterios?

Como decíamos anteriormente no es el objetivo de esta mesa redonda aportar respuestas definitivas y cerradas a ninguno de los tres focos, ya que se tratan de cuestiones con la suficiente envergadura y trascendencia como para requerir la participación y la discusión de toda la comunidad de didáctica de las ciencias y la tecnología. Por consiguiente, sería necesario abordar estudios teóricos más detenidos e investigaciones de mayor calado que analicen estos aspectos a través de un seguimiento más a fondo de lo que se hace en las aulas de formación inicial del profesorado. Como punto de partida nos parece suficiente la presentación de estas líneas si con ello se consigue animar la participación y el debate entre los asistentes a lo largo de estos Encuentros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S. (2008). Twenty years later: does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1405-1416.
- Acevedo, J.A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco Teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 21-46.
- Aguayo, F. y Otros (1998): *Didáctica de la tecnología: fundamentos del diseño y desarrollo del currículum tecnológico*. Editorial Tébar
- Barnett, J. y Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education*, 85(4), 426-453.
- Beijaard, D., Meijer, P. C. y Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 20(2), 107-128.
- Buitink (2009). What and how do student teachers learn durin school-based teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 25, 118-127.

Carrascosa, J.; Martínez-Torregrosa, J.; Furió, C. y Guisasola, J. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 118-133.

Cenih, G. y Santos, G. (2005). Propuesta de aprendizaje basado en proyecto y trabajo colaborativo: experiencia de un curso en línea. *Revista Electrónica de Investigación*, 7(2). En línea en: <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-cenich.html>.

De Jong, van Driel, and Verloop (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research of Science Teaching*, 42(8), 947-964.

Doval, L. (2001). *Tecnología: Estrategia Didáctica*. Buenos Aires: INET.

Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.

Gilbert, J (1995). La educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias*. 13(1), 15-24.

Lee, E. & Luft, J. (2008). Experienced secondary science teacher's representation of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1343-1363.

Linn, M.C. (1987): Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (3), 191-216.

Martínez-Aznar, M^a.M.; Varela Nieto, P.; Ezquerro Martínez, A. y Sotres Díaz, F. (2013). Las Unidades Didácticas escolares, basadas en competencias, como eje estructurante de la Didáctica de la Física y Didáctica de la Química para la formación inicial de profesores de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9, 616-629.

Mellado, V.; Blanco, L.J.; Ruíz, C. (1999). *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado*. Universidad de Extremadura.

Navarrete, A.; Azcárate, P.y Oliva, J.M^a (2001). La formación inicial del profesorado de Secundaria: la enseñanza de las áreas curriculares. *Actas del I Congreso Nacional de Didácticas específicas*, Volumen 2. Universidad de Granada.

Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content Knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1281-1299.

Peterson, R., & Treagust, D. (1998). Learning to teach Primary Science through problem-based learning. *Science Education*, 82, 215-237.

Pontes, A. (2013). Ohm Zone: Un laboratorio virtual para el aprendizaje de la electricidad y la formación del profesorado de secundaria. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. N° 75, pp. 76-83.

Porlán, R. (1993): *Constructivismo en la escuela. Hacia un modelo de enseñanza - aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.

Porlán, R. y Martín del Pozo, J. (1994): "Le savoir pratique des enseignants spécialisés. Apports des didactiques spécifiques". *Aster* 19, 49-60.

Porlán, R. y Rivero, A. (2001). Nature et organisation du savoir professionnel «souhaitable». *Aster*, 32, pp. 221-251.

- Porlán, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A.; Harres, J.; Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Solomon, G. (2003). Project-Based Learning. *Technology and Learning*, 23(6), 20-30
- Sutton, S.R. (2011). The Preservice Technology Training Experiences of Novice Teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 28(1), 39-47.
- Tobin, K. & McRobbie, C.J. (1996). Cultural myths as constraints to the enacted science curriculum. *Science Education*, 80, 223–241.
- Vázquez-Bernal, B. y Jiménez-Pérez, R. (2013). Un modelo de innovación en el Practicum de Secundaria: la inmersión dentro de un grupo de investigación-acción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 709-727.
- Wallace, C.S. & Kang, N. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: an examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936-960.
- Watters, J., & Ginns, I. (2000). Developing motivation to teach elementary science: effect of collaborative and authentic learning practices in preservice education. *Journal of Science Teacher Education*, 11(4), 301–321.
- Zemal-Saul, C., Blumenfeld, Ph. & Krajcik, J. (2000). Influence of guided cycles of planning, teaching, and reflection on prospective elementary teachers' science content representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 318-339.