

## **CONSTRUYENDO UN CONOCIMIENTO PROFESIONALIZADO PARA ENSEÑAR CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: LOS ÁMBITOS DE INVESTIGACIÓN PROFESIONAL EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO**

ROSA MARTÍN DEL POZO  
ANA RIVERO GARCÍA

### **RESUMEN**

La necesidad de preparar a los profesores para el ejercicio de la profesión parece ser un *principio muy claro y consensuado*, como se decía en el nº 28 de esta revista, dedicado a la formación del profesorado de Educación Secundaria. Pero por lo que parece, su puesta en práctica es muy polémica, cuando no frustrante. En este trabajo tratamos de poner de manifiesto la importancia de un conocimiento profesionalizado sobre los contenidos a enseñar, también llamado *conocimiento didáctico del contenido*, como uno de los aspectos esenciales en la formación del profesorado. Teniendo muy presente que no existe el contexto institucional que forme profesores específicamente preparados para enseñar el área de Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria Obligatoria, presentamos nuestra propuesta de formación por *ámbitos de investigación profesional*.

### **ABSTRACT**

In this work we point out the relevance of professional knowledge about teaching contents. This type of knowledge also named didactic knowledge is one essential aspect of teacher training. Keeping this fact in mind we present a proposal for teacher training in different professional research fields. This proposal is directed at those teachers involved in the Natural Sciences area of secondary school and we have taken into account that there is not any specific institutional context in which these teachers are trained.

### **PALABRAS CLAVE**

Formación inicial del profesorado, Conocimiento profesional, Conocimiento didáctico del contenido, Contenidos a enseñar.

### **KEYWORDS**

Pre-service Teacher Education, Professional Knowledge, Pedagogical Content Knowledge, Subject Matter.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Desde el punto de vista de los contenidos a enseñar, la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) es, en teoría, un territorio fronterizo entre la formación básica y globalizadora de la Educación Primaria y la especialización disciplinar característica del Bachillerato (Pozo, 1994). Ello supone todo un reto para la Didáctica de las Ciencias, si entendemos que dicha disciplina ha de ocuparse de lo concerniente a la enseñanza, el

aprendizaje y la formación de profesores sobre contenidos relacionados con las Ciencias de la Naturaleza.

Al igual que ocurre con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, la formación del profesorado está fuertemente condicionada por la manera en que se organizan los contenidos en el área de Ciencias de la Naturaleza. Si se quería (¿se quiere?) un profesor del área de Ciencias de la Naturaleza, se debería haber propuesto una formación inicial universitaria que, bien desde el primer ciclo, bien desde un segundo ciclo, capacitara para enseñar el área (no para enseñar cada disciplina) y una formación permanente con garantías de influencia en la práctica. El conocimiento que se adquiere en las facultades de ciencias no parece ser el único que, sobre los contenidos, necesite alguien que pretenda enseñar este área en la ESO. Entre otras razones, porque no está conformado para ello; es decir, para que el futuro profesor tenga un dominio específico de los contenidos que le capacite para reelaborar el conocimiento y facilitar su construcción en el contexto escolar.

Sin embargo, hemos de ser conscientes de que, hoy por hoy, cualquier propuesta formativa concreta se sitúa en el contexto “licenciatura disciplinar + baño didáctico” (llámese Curso de Aptitud Pedagógica o Curso de Capacitación Pedagógica) que, desde nuestro punto de vista, es un planteamiento fracasado para formar profesores del área de Ciencias de la Naturaleza en la ESO.

Por otra parte, no suele ser habitual que los profesores (en formación o en activo) demanden, como necesidad de formación, trabajar específicamente sobre los contenidos que tienen que enseñar. Más bien, cuando se dice “necesitamos formación didáctica” ello suele plantearse en términos de cómo enseñar o evaluar y no de qué contenidos enseñar. Sin embargo, cuando se trata de contenidos que no se corresponden directamente con la formación disciplinar, el panorama cambia sustancialmente. Ello puede ser así, entre otras razones, porque, como ya hemos señalado, no existen profesores formados específicamente para enseñar el área de Ciencias de la Naturaleza; es decir, ni generalistas ni especialistas, sino profesores de área. Además, hemos de señalar que desde la actual administración educativa se potencia una práctica docente aditiva (se enseña Física + Química + Biología + Geología) y, consecuentemente, parece que se abandona la idea de área en la ESO: en el primer ciclo “los contenidos se han secuenciado siguiendo el criterio de ciencia integrada, predominando los contenidos de Biología y Geología sobre los de Física y Química, porque los conocimientos matemáticos de los alumnos son aún insuficientes”, mientras que en el segundo ciclo “se separa la evaluación de Biología y Geología de la evaluación de Física y Química” (El País, 15-XI-2000).

Desde nuestro parecer, todo ello oculta la complejidad del conocimiento necesario para enseñar unos contenidos concretos como ponen de manifiesto numerosos autores (Bromme, 1988; Shulman, 1992; De Jong, 1997; Mellado, 1996; Porlán y Rivero, 1998). Es lo que se ha venido denominando *Pedagogical Content Knowledge* (conocimiento didáctico del contenido) (Shulman, 1986) que, como veremos más adelante, no se concibe exclusivamente como una metodología para enseñar y evaluar. Se trata del conocimiento más específico, más característico de la profesión de profesor.

A continuación, desarrollaremos estos aspectos de la profesionalización del conocimiento en la formación inicial del profesorado atendiendo tanto al conocimiento “de hecho” (concepciones de los futuros profesores) como al que consideramos deseable, desde

la perspectiva de un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y de la formación del profesorado de carácter constructivista e investigativo (Martín del Pozo y Porlán, 1999), y describiremos nuestra propuesta de *ámbitos de investigación profesional*, como forma de organizar el currículo para los futuros profesores. No obstante, somos conscientes, como señala Escudero (1992), de que no podemos reducir la profesionalización y, por tanto, los contenidos del currículo de la formación inicial, a preparar para “las relaciones académicas con los alumnos” porque hay dimensiones de carácter más *organizativo, social e ideológico* que también están implicadas en la profesión docente. En definitiva, como propone Develay (1993), el currículo formativo ha de tener presente la pluralidad de actividades profesionales que deben realizar los profesores, incluida la que aquí presentamos. Nuestra contribución es, como era de suponer, parcial pero con ánimo de integrar otras dimensiones.

## **2. EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO QUE CONSIDERAMOS DESEABLE PARA ENSEÑAR CIENCIAS Y SU RELACIÓN CON EL CONOCIMIENTO DEL CONTENIDO Y CON LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS**

### **Conocimiento del contenido y conocimiento didáctico del contenido**

El conocimiento de la materia a enseñar (también llamado conocimiento del contenido) requiere para la profesión docente, y posiblemente para otras, una adecuada formación disciplinar que no dejara de lado la historia, la epistemología y las implicaciones sociales y tecnológicas de las disciplinas. Así, este tipo de reflexiones dejarían de ser una auténtica novedad para aquellos que pretenden ser profesores de Secundaria (Gil, 1991; Gil y otros, 1994; Jiménez, 1995; Furió, 1997). Pero, como nos advierte Bromme (1988), este conocimiento, no relacionado directamente con la enseñanza, es un componente del conocimiento necesario para enseñar el contenido de una asignatura (también llamado conocimiento didáctico del contenido), pero no puede identificarse con él. Dicho en otros términos, aunque los conocimientos disciplinares sean “correctos”, no están conformados para saber qué y cómo enseñar en el contexto escolar. Se trata, por tanto, de procurar un conocimiento profesionalizado del contenido del currículo de los alumnos.

### **Conocimiento didáctico del contenido como conocimiento práctico y profesionalizado**

El conocimiento didáctico del contenido incluye cuestiones directamente relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de un contenido determinado. Grossman (1990) lo sintetiza en el conocimiento de las concepciones sobre para qué se enseña un contenido, de las estrategias para enseñarlo, de cómo lo comprenden los alumnos y del currículo. La formación inicial debería entonces centrarse en este tipo de conocimiento, combinándolo con el conocimiento del contenido que tienen los futuros profesores y la práctica, como señala McNamara (1991).

Este conocimiento es el que capacita para la transformación de la lógica disciplinar en la lógica de la enseñanza y hace posible la adaptación que los profesores hacen de un

contenido para enseñarlo. Es lo que se denomina *transposición didáctica* (Chevallard, 1985) o, en un sentido más amplio, *integración didáctica* (García Díaz, 1998).

De Jong (1997), desde el análisis de los problemas de la enseñanza y aprendizaje de contenidos de Química y el estudio comparativo del conocimiento didáctico del contenido entre futuros profesores y profesores expertos, hace una serie de recomendaciones para que los profesores mejoren sus concepciones y acciones:

- Saber mucho más de las concepciones de los alumnos.
- Aplicar estrategias didácticas ligadas a contenidos y contextos concretos.
- Ser más conscientes de sus propios conocimientos de los contenidos escolares de ciencias y de sus actuaciones didácticas.

Para Mellado (1996) el conocimiento didáctico del contenido es una componente dinámica, específicamente profesional, del conocimiento de los profesores. Por ello, “El conocimiento proposicional, académico o estático es necesario para el profesor de ciencias, pero no es suficiente para que el profesor en formación aprenda a enseñar ciencias” (p. 298). En esta componente estática se incluye el conocimiento del contenido, de la didáctica específica, de la psicopedagogía y de otras materias. Es decir, los componentes que anteriormente hemos señalado. La componente dinámica se desarrolla a partir de la estática, del conocimiento de sí mismo, de la reflexión personal y de las prácticas de enseñanza.

Desde nuestro punto de vista, “si nos referimos al conocimiento específico que los futuros profesores necesitan para enseñar los contenidos a los alumnos, el componente denominado conocimiento didáctico del contenido es un conocimiento práctico y profesionalizado del contenido y de su enseñanza y aprendizaje. Es decir, un conocimiento profesional que pretendemos construyan los futuros profesores para intervenir de una manera fundamentada” (Martín del Pozo y Porlán, 1999, p.125) El conocimiento profesional que consideramos deseable es un conocimiento epistemológicamente diferenciado, resultado de la integración de las teorías formalizadas y la acción profesional, encaminado a lograr una actuación profesional fundamentada, es decir, es un *conocimiento práctico* mediador entre la teoría y la acción profesional (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997). Se trata de un conocimiento que no se organiza atendiendo a la lógica de las disciplinas relacionadas con las Ciencias de la Educación o con las Ciencias de la Naturaleza, ni tampoco es producto de la mera acumulación de experiencias; sino en torno a los problemas relevantes para la práctica profesional, que requiere de la interacción e integración de diferentes tipos de saberes (*académicos, creencias y principios de acción, rutinas y guiones de acción y teorías implícitas*) habitualmente desconectados entre sí (Rivero, 1996; Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997; Porlán y Rivero, 1998).

### **Conocimiento didáctico del contenido y Didáctica de las Ciencias**

Para algunos autores, el conocimiento didáctico del contenido significa un conocimiento de la didáctica específica (Gil, 1991; Furió, 1994; Gil y otros, 1994; Blanco,

Mellado y Ruíz, 1995). La cuestión puede plantearse en los siguientes términos: ¿hay que enseñar a los futuros profesores la “Didáctica de las Ciencias”?

Coincidimos con estos autores en que el conocimiento de la didáctica específico es la principal fuente disciplinar de referencia para la elaboración de una propuesta de conocimiento profesional (Porlán y Martín, 1994). Pero lo que se debería enseñar a los futuros profesores no es la propia disciplina didáctica (su naturaleza epistemológica, su objeto de estudio, componentes, líneas de investigación, estructura, etc) porque no estamos formando didáctas; sino trabajar con las informaciones que son relevantes para abordar los problemas de la enseñanza de un temática concreta (Martín del Pozo, 1998):

- El *análisis del contenido a enseñar o análisis de la materia* que, desde una perspectiva didáctica, está interesado en detectar los obstáculos, marcos conceptuales, conceptos clave o estructurantes y los referentes empíricos sobre los que se han ido construyendo nociones cada vez más complejas de los fenómenos físico-naturales. Se trata, por tanto, de un análisis didáctico que se centra en la propia estructura, significado y evolución de los conceptos implicados en un determinado campo conceptual.
- El *análisis de las concepciones de los alumnos* (su contenido, los instrumentos para detectarlas, los posibles factores que las originan), permite establecer, a modo de hipótesis, diferentes *niveles de formulación* sobre su conocimiento de los fenómenos y los obstáculos que los alumnos han de superar en el proceso de construcción conceptual. Los obstáculos detectados ofrecen una información de gran interés para establecer una posible progresión en el conocimiento escolar. Es un objetivo de aprendizaje que se corresponde con un obstáculo superable, lo que Martinand (1989) denomina *objetivos-obstáculo*, al poner el acento en las condiciones que permiten superar los obstáculos.
- El *análisis de los conocimientos curriculares* que la enseñanza, como práctica social institucionalizada, ha generado y que están dispersos en una diversidad de fuentes (el currículo prescriptivo, los textos escolares, otros materiales curriculares y estudios didácticos). Al analizar estas informaciones, lo que se pone de manifiesto es el resultado de la transposición didáctica que se ha realizado en cada caso. Dicho con otras palabras: el conocimiento escolar que se prescribe, se privilegia o se propone como resultado de la innovación e investigación didáctica. Por otra parte, estas informaciones hacen referencia tanto al contenido del conocimiento escolar, como a las estrategias para su enseñanza. Este análisis permite igualmente establecer una posible progresión del conocimiento acerca de qué y cómo enseñar y evaluar (Rivero, 1996).

Develay (1993) relaciona estos tres análisis y sitúa entre ellos tres conceptos genuinamente didácticos: el concepto de transposición didáctica, el de concepciones alternativas y el de contrato didáctico. En la Figura 1 podemos apreciar dichas relaciones.

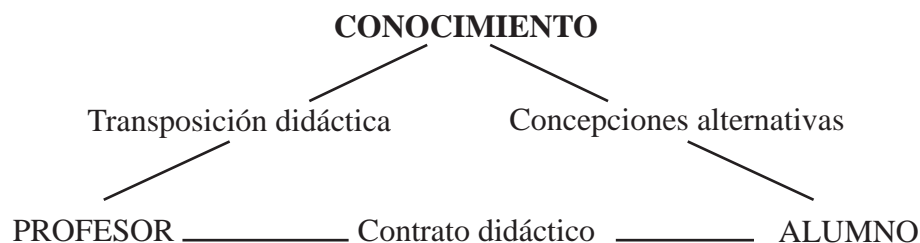
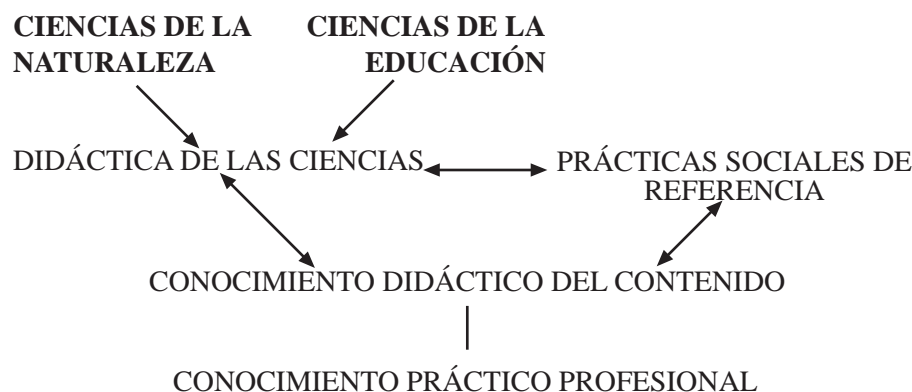


FIGURA 1. *Conceptos didácticos relevantes para el conocimiento profesional sobre la enseñanza de los contenidos escolares de ciencias, según Develay (1993).*

En resumen, se trata de reelaboraciones de los conocimientos disponibles en diversas fuentes para integrarlos y transformarlos en *conocimientos profesionales enseñables y aprendibles* en el proceso de formación inicial. Es lo que Colomb (1992), desde la Didáctica de las Matemáticas, denomina *transposiciones metadidácticas*, complejizando el planteamiento inicial de Chevallard (1985), para transformar e integrar *saberes didácticos fundamentales* (Didáctica de las Ciencias, en nuestro caso), *saberes de referencia* (Ciencias de la Educación y Ciencias de la Naturaleza, en nuestro caso) y las *prácticas sociales de referencia* (prácticas y conocimientos producidos por la enseñanza como práctica social institucionalizada) en *saberes didácticos de acción* (lo que venimos denominando, conocimiento didáctico del contenido como conocimiento práctico profesional) ( Figura 2).



### 3. EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO DE LOS FUTUROS PROFESORES

FIGURA 2. *Transposiciones para la elaboración de propuestas de conocimiento profesional.*

Los alumnos constituyen un referente para poder elaborar una propuesta de conocimiento escolar deseable, para el formador las concepciones de los futuros profesores constituyen

una fuente de información privilegiada para diseñar un conocimiento profesional que sirva de referencia en la formación inicial.

La investigación sobre las concepciones de los profesores (en activo y en formación inicial) constituye una línea de investigación cada vez más consolidada. Los estudios realizados abarcan cuestiones generales (como la imagen de la ciencia, de la enseñanza o del aprendizaje) y relacionadas con contenidos concretos, aunque en menor medida, como recogen las revisiones de este campo (Mellado, 1996; Rivero, 1996; Porlán y Rivero, 1998). Disponemos pues de datos empíricos que parecen revelar una diversidad de tendencias, pero también tendencias dominantes tales como:

- Una visión positivista, absolutista e inductivista a la hora de interpretar diferentes aspectos del conocimiento científico, que valora la observación y experimentación y no tanto las hipótesis y la previsión.
- Una creencia muy persistente es la consideración de que la función del profesor es, finalmente, la transmisión de los contenidos conceptuales presentes en los libros de texto, contenidos que se identifican con una “verdad” científica que hay que enseñar.
- Una idea del aprendizaje como un proceso de atención, retención y fijación de los contenidos en la memoria.
- La idea de evaluación se identifica con la de calificación, es decir, con la valoración y medición de la capacidad de los alumnos de “reproducir” la información “aprendida”.
- En resumen, se plantea que predomina el modelo didáctico transmisivo, con elementos de otros modelos, adquirido, en el caso de los futuros profesores, por impregnación pasiva a lo largo de la escolaridad vivida.

Más concretamente, estudios muy recientes (Martínez y otros, 2000) parecen mostrar que los futuros profesores no reconocen la necesidad de utilizar fuentes de información diversas para seleccionar los contenidos escolares, entre ellas, las ideas alternativas de los alumnos.

En definitiva, tampoco a la formación inicial se llega con una “mente en blanco”, sino que ya se poseen creencias relativas a los procesos de enseñanza-aprendizaje. Puesto que para que se pueda construir un conocimiento profesional significativo es imprescindible tener en cuenta dichas creencias, el trabajo formativo ha de tenerlas presente a lo largo de todo el proceso, como se intenta en la propuesta formativa que presentamos a continuación.

#### **4. LOS ÁMBITOS DE INVESTIGACIÓN PROFESIONAL**

Los *Ámbitos de Investigación Profesional (AIP)* son la propuesta formativa con la que venimos trabajando desde hace tiempo en la formación inicial y permanente del profesorado (Grupo Investigación en la Escuela, 1991, Vol. III; Porlán y otros, 1996; Porlán y Rivero, 1998; Azcárate, 1999; García Díaz, 1999; Martín del Pozo, 1999; Porlán, 1999). Lo que pretendemos es facilitar a los futuros profesores la construcción de un conocimiento profesionalizado sobre la enseñanza de los contenidos, a través de procesos de investigación de problemas profesionales, experimentación de alternativas curriculares y construcción y reestructuración de significados. Problemas profesionales vinculados a intereses inmediatos y funcionales de los futuros profesores, que necesiten poner en juego conocimientos procedentes de muy diversas fuentes (disciplinares, curriculares, experienciales,...) A continuación, describiremos los elementos que consideramos esenciales para caracterizar los AIP.

### **Problemas profesionales: una forma alternativa de organizar los contenidos**

Los ámbitos de investigación profesional abordan el currículum de manera fragmentada (la materia a enseñar, las ideas de los alumnos, los contenidos, la metodología y la evaluación) y también intentan establecer relaciones entre los elementos anteriores para dar respuesta a los problemas curriculares de carácter más general (el diseño de unidades didácticas, el del curso completo y la configuración del modelo didáctico personal). Algunos ejemplos de los problemas y subproblemas que se pueden trabajar en cada uno de los ámbitos son los siguientes:

#### a) *En relación a las materias escolares* (Martín del Pozo, 1999):

- ¿Qué sabemos sobre determinados tópicos del currículo escolar?, ¿qué contenidos están implicados y qué relaciones existen entre ellos?, ¿qué formulaciones diferentes existen de los contenidos implicados?
- ¿Qué idea tenemos sobre las características del conocimiento disciplinar?, ¿qué son las disciplinas?, ¿cómo se construyen y por qué cambian?
- ¿Qué sabemos de otras formas de conocimiento relevantes para el contexto escolar?, ¿qué tipos de conocimientos intervienen en el contexto escolar?, ¿qué relaciones existen entre ellos?

#### b) *En relación a las ideas de los alumnos* (García Díaz, 1999):

- ¿Cuál es la naturaleza de las ideas de los alumnos?, ¿son incoherentes, arbitrarias y poco consistentes?, ¿siguen modelos generales, o son siempre ideas concretas relativas a situaciones y contenidos específicos?, ¿son comunes a muchos alumnos o hay una gran diversidad?



- ¿Cómo cambian las ideas de los alumnos?, ¿cómo cuestionarlas sin caer en el modelo de sustitución del error?, ¿qué estrategia de aprendizaje conviene potenciar en cada situación y ante cada contenido concreto?
- ¿Qué técnicas y estrategias son útiles para explorar y analizar las ideas de los alumnos?

c) *En relación a la formulación de contenidos escolares* (Porlán, 1999):

- ¿Cuál es y cuál debería ser la función social de la escuela obligatoria?, ¿qué modelo de desarrollo humano y social tomamos como referencia para nuestra actividad profesional?, ¿cuál es el papel de las disciplinas en la formación básica de los ciudadanos?
- ¿Qué fuentes utilizamos y cuáles deberíamos utilizar en la elaboración de los contenidos escolares?, ¿qué plantea al respecto la legislación y los libros de texto?, ¿quién debe formular el conocimiento deseable para nuestros alumnos?
- ¿Cómo debemos formular, organizar y presentar el conocimiento escolar?, ¿con qué grado de extensión y profundidad?, ¿qué tipos de conocimientos debemos considerar?

d) *En relación a la metodología de enseñanza* (Azcarate, 1999):

- ¿Cómo debería ser y qué debería orientar una secuencia de actividades?, ¿cómo formular una hipótesis realista de conocimiento escolar deseable que tenga en cuenta el punto de partida de los alumnos, sus expectativas e intereses potenciales?, ¿qué hipótesis de progresión se debe establecer para superar las posibles dificultades de aprendizaje y cómo hacerlo?, ¿qué actividades, y en qué secuencia, pueden favorecer el cambio y la evolución significativa de las ideas de los alumnos?, ¿qué momentos metodológicos existen y en qué se fundamentan?
- ¿Cómo gestionar y regular la dinámica del aula?

e) *En relación a la evaluación*:

- ¿Qué modelos existen de evaluación y en qué se fundamentan?, ¿qué concepción de la evaluación es compatible con un enfoque investigativo de la enseñanza?, ¿en qué medida la evaluación permite someter a contraste empírico nuestras hipótesis curriculares y, a la larga nuestro saber práctico profesional?
- ¿Cómo evaluar de manera rigurosa el aprendizaje de los alumnos?, ¿qué datos tomar y cómo hacerlo para obtener información adecuada sobre el currículum en la acción?

- ¿Qué papel han de jugar alumnos y profesores en el proceso de evaluación y toma de decisiones?, etc.

f) *En relación a la planificación y desarrollo de unidad didácticas:*

- ¿Cómo establecer relaciones significativas y coherentes entre el qué, el cómo y la evaluación?
- ¿Qué modelos de planificación de unidades didácticas existen y en qué se fundamentan?
- ¿Cómo garantizar que el desarrollo de la unidad didáctica tiene sentido y coherencia para el profesor y también para los alumnos?, etc.

g) *En relación a la planificación de un curso completo:*

- ¿Qué hipótesis de progresión general se puede establecer y en base a qué criterios?
- ¿Cómo seleccionar y organizar los distintos objetos de estudio de forma coherente con la hipótesis de progresión general y de manera que, además, podamos atender la dinámica del aula?
- ¿Qué modelos de organización de cursos existen y en qué se fundamentan?
- ¿Qué distintos momentos o fases podemos distinguir a lo largo de un curso y en base a qué criterios?, etc.

h) *En relación a la definición del modelo didáctico personal:*

- ¿Cuáles son mis principios didácticos generales?, ¿qué conocimientos los fundamentan?, ¿qué grado de coherencia existe entre mis principios y fundamentos?
- ¿Qué normas para la acción se deducen de ellos?
- ¿Qué tipos de relaciones deben existir entre mi modelo didáctico y mi actuación profesional concreta?, etc.

El conjunto de problemas interrelacionados que acabamos de indicar permite una construcción gradual del conocimiento, en la medida en que el recorrido por los distintos ámbitos supone la emergencia de conocimientos nuevos, pero también la elaboración continua del modelo didáctico personal, al que desde cada ámbito nos aproximamos de forma gradual.

**Hipótesis de progresión: una referencia para formular los contenidos profesionales**

El conocimiento profesional que consideramos deseable no es una formulación acabada y general de los contenidos profesionales, sino más bien una *hipótesis de progresión profesional* que admite niveles de formulación progresivamente más complejos: desde un nivel inicial que podemos considerar correspondiente a un modelo didáctico

tradicional, hasta un nivel de referencia, más acorde con planteamientos constructivistas e investigativos del proceso de enseñanza-aprendizaje, pasando por distintos niveles intermedios (Figura 3)

	<i>NIVEL DE PARTIDA</i>	<i>NIVELES INTERMEDIOS</i>	<i>NIVEL DE REFERENCIA</i>
<b>Conocimiento</b>	Visión enciclopédica	Visiones compartimentalizadas y jerarquizadas	Visión relativa, evolutiva e integradora
<b>Las ideas de los alumnos</b>	Los alumnos no tienen ideas o éstas no son relevantes para incorporar los conocimientos	Las ideas de los alumnos se consideran errores que deben explicitarse y sustituirse Los alumnos aprenden por descubrimiento espontáneo	Las ideas de los alumnos como conocimiento alternativo con el que construyen nuevos significados
<b>Finalidades</b>	Adquirir conocimientos científicos	Sustituir el conocimiento de los alumnos por el conocimiento científico Desarrollar actitudes y procedimientos científicos	Complejizar el conocimiento cotidiano de los alumnos
<b>Contenidos</b>	Los contenidos como versión simplificada y enciclopédica de los conceptos disciplinares	Los contenidos como: - transformación didáctica de procesos y productos disciplinares - integración de conocimientos disciplinares y problemas socioambientales - niveles de progresión entre lo cotidiano y lo científico - expresión de los intereses y experiencias de los alumnos	Integración de informaciones procedentes de fuentes diversas
<b>Metodología</b>	Metodologías transmisivas (explicación + ilustración)	- Metodologías duales basadas en la explicación + actividades (de aplicación, de verificación, de contraste, espontáneas) - Metodologías inductivistas - Metodologías activistas	Metodologías basadas en la investigación del alumno a partir de problemas relevantes en el contexto escolar
<b>Evaluación</b>	Evaluación como comprobación de la adquisición de conocimientos	Evaluación como medida de la consecución de los objetivos Evaluación como participación de los alumnos en la toma de decisiones sobre la vida del aula	Evaluación como proceso de seguimiento de la evolución real de las concepciones de los alumnos y de ajuste de la enseñanza.

FIGURA 3. *Hipótesis de progresión profesional sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Elaborado a partir del trabajo de Martín del Pozo, García, Porlán y Azcárate publicado en Cuadernos de Pedagogía n° 276, en 1999)*

### Nivel de partida

En una concepción muy próxima a la visión cotidiana de la enseñanza y del papel del profesor, el conocimiento profesional es el conocimiento (indiferenciado) de la disciplina que tiene que reducirse y simplificarse para convertirse en materia a enseñar. Podríamos calificar la transposición didáctica de débil, puesto que la transformación que

sufre el conocimiento para convertirse en conocimiento escolar significa una reducción y una simplificación del conocimiento disciplinar. Desde el punto de vista del diseño curricular, este conocimiento se concreta básicamente en que el profesor debe ser capaz de elaborar un programa de contenidos organizados y secuenciados atendiendo exclusivamente a la lógica formal de la disciplina, una selección de actividades (ejercicios) que refuercen la explicación y la confección de exámenes o pruebas de control para comprobar que los alumnos se han apropiado de los contenidos explicados.

### **Niveles intermedios**

En este nivel cabe diferenciar a su vez distintas posibilidades más o menos evolucionadas y que podemos organizar en relación a dos ejes o tendencias que parecen orientar los procesos de cambio y mejora en el conocimiento profesional:

- En la primera tendencia, la transposición didáctica se sitúa en un nivel intermedio, puesto que la transformación que sufre el conocimiento para convertirse en conocimiento escolar significa un dominio de la estructura conceptual y metodológica de la disciplina y de sus posibilidades de jerarquización para adaptarla al nivel de los alumnos. Dicha adaptación está contenida en materiales curriculares cuyos diseños se consideran técnicamente bien elaborados y aplicables en cualquier contexto. Desde el punto de vista del diseño curricular, este conocimiento se concreta básicamente en que el profesor debe ser capaz de programar objetivos jerarquizados, terminales y únicos que diferencian conceptos, procedimientos y actitudes, secuencias cerradas de actividades y pruebas objetivas para comprobar si se han alcanzado las metas previstas.
- En la segunda tendencia, el conocimiento disciplinar no es la fuente privilegiada para determinar el conocimiento escolar. Entre otras razones porque dicho conocimiento está muy apegado a los intereses de los alumnos y a la problemática más cercana. La transposición didáctica no tiene el sentido de simplificación o de adaptación del conocimiento disciplinar que hemos visto hasta ahora. Se trata de lo que podríamos denominar una adaptación contextual de los conocimientos que provienen de diversas fuentes: de los intereses y experiencias de los alumnos, de la problemática socio-ambiental, etc. El conocimiento profesional necesario para enseñar los contenidos no se concreta en una programación como la descrita anteriormente, sino en el relacionado con el dominio de los aspectos que tienen que ver con el papel de coordinador de las actividades que asume el profesor, el cual parece creer que facilitando la interacción de los alumnos con los materiales curriculares o con la misma realidad, estos van a descubrir por sí mismos el conocimiento.

### **Nivel de referencia**

Como ya hemos indicado, en una concepción de mayor nivel de complejidad, el conocimiento profesional es un conocimiento transdisciplinar y práctico que posibilita una transposición didáctica fuerte (no dogmática, no tecnicista, ni ingenua), puesto que la transformación que sufren los diferentes tipos de conocimientos para convertirse en

conocimiento escolar supone una auténtica y profunda reelaboración de los mismos. Dicha reelaboración implica necesariamente, un proceso de investigación - preferentemente colectivo -, en el que a medida que se desarrolla el currículo (entendido como hipótesis fundamentada de intervención) se construye un conocimiento profesional significativo. Desde el punto de vista del diseño curricular, el futuro profesor, para un determinado objeto de estudio, debe *saber y saber hacer*:

- Un análisis didáctico de diferentes fuentes de información.
- Una trama de problemas y contenidos asociados, formulados a diferentes niveles de complejidad en una hipótesis de progresión del conocimiento.
- Una posible secuencia de actividades según una metodología constructivista e investigativa. En este sentido, disponer de un banco de actividades, como consecuencia del análisis de otros materiales curriculares facilita un diseño y una dinámica de clase abierta y flexible.
- Mecanismos para el ajuste entre la hipótesis de progresión del conocimiento escolar y la evolución real de las concepciones de los alumnos.

Para nosotros, esta hipótesis de progresión no significa que, necesariamente, los futuros profesores tengan que hacer este recorrido de desarrollo profesional, ni siquiera que sus concepciones se ajusten exactamente a uno de estos niveles. Se trata, más bien, de disponer de un marco de referencia para el formador que permita determinar niveles de formulación en los contenidos profesionales concretos. Es una hipótesis que debe reformularse en la medida en que la práctica de la formación inicial así lo demande; es decir, ajustando la hipótesis de progresión a la evolución real de las concepciones de los futuros maestros. En cualquier caso, nuestra intervención como formadores se orienta a facilitar la construcción gradual de un conocimiento profesional sobre la enseñanza de las ciencias, cada vez más sistémico y relativizador.

### **Principios formativos: una guía para la intervención**

Son muchos los autores que insisten en considerar toda una serie de lo que podríamos denominar principios formativos que actúan a modo de guías para intervenir en la formación del profesorado, tales como:

a) Mantener una *coherencia entre el modelo de formación y el modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias* que se proponga, tanto desde el punto de vista de los contenidos formativos como de las estrategias metodológicas y de evaluación. No deberíamos poder decir que la lógica de, por ejemplo, la Química, no es la única para seleccionar los contenidos relacionados con dicha disciplina, y luego formar a los futuros profesores con la única lógica de la disciplina de la Didáctica de las Ciencias o de la Psicología del aprendizaje. No deberíamos poder decir que hay que trabajar con las ideas de los alumnos y no hacer lo propio al trabajar con los futuros profesores. No deberíamos poder decir que hay que evaluar a los alumnos utilizando diferentes instrumentos y evaluar a los futuros profesores mediante un examen escrito.

b) Dado el carácter teórico-práctico del conocimiento profesional, no tiene sentido una formación inicial que desvincule la teoría de la práctica. En ese sentido, coincidimos en que otro principio básico en la construcción del conocimiento profesional es *la articulación de la teoría con la práctica*, lo que supone la integración de la investigación didáctica aplicada con la formación inicial y permanente. Como señala Ferry (1983), hay otros términos diferentes a que *la teoría es lo que determina la práctica* por un proceso de aplicación o deducción o a que *la práctica precede a la teoría y determina los contenidos teóricos* de la formación puesto que la teoría sirve para formalizar la práctica. Su planteamiento, que compartimos, es la problematización y el enriquecimiento de las teorías implícitas en la práctica. En el mismo sentido, para Carr y Kemmis (1986), el reto está en "mejorar la eficacia práctica de las teorías que los enseñantes utilizan para conceptualizar sus propias actividades." (p. 128, versión en castellano).

c) Proponer situaciones en la formación inicial que permitan la expresión, análisis y confrontación de la diversidad de concepciones de los futuros profesores con las ideas contenidas en el modelo didáctico de referencia, favoreciendo una comunicación que posibilite los procesos de construcción compartida del conocimiento alcanzar el mayor nivel de autonomía profesional. La consideración de las concepciones de los futuros profesores a lo largo del proceso formativo, constituye un principio formativo de gran potencialidad. Es, en primer lugar, una clara plasmación del principio de coherencia entre el modelo de formación y el modelo didáctico en el contenido. Ambos responden a un planteamiento constructivista en el aprendizaje de conocimientos, sean estos de índole escolar o profesional. Desde el punto de vista de sus concepciones, esta consideración se establece en torno tanto al contenido (incluido el conceptual), como al contenido didáctico. Y en su conjunto constituyen la información a movilizar en el proceso de formación inicial.

d) La adopción del *principio de investigación* como un principio formativo de síntesis, lo que supone, en relación con nuestra propuesta, que la idea de investigación no sólo debe estar presente en el modelo didáctico de referencia sino también en la manera de enfocar la construcción del conocimiento profesional; es decir, en la propia metodología didáctica de la formación. Por ejemplo:

- Poner a los futuros profesores en situación de llevar a cabo un proceso investigativo similar al descrito para los alumnos en torno a un problema, pero tratando de interesarles en el mismo también desde la perspectiva profesional.
- Preparar un proceso investigativo a nivel escolar por parte de los futuros profesores y tener un primer acercamiento a la realidad de las clases, ya sea mediante observación directa o por visualización de grabaciones.
- Profundizar en el componente didáctico mediante el tratamiento de problemas en torno a la planificación del currículo escolar y las posibles intervenciones en la realidad escolar en las prácticas de enseñanza.

e) La consideración de que los estudiantes del CAP (o de los módulos formativos) son futuros profesores que inician un proceso de desarrollo profesional (la formación

inicial sería, por tanto, una primera fase de dicho proceso). En este caso, intentamos alejarnos de un planteamiento más academicista que supone “dar una asignatura de Didáctica de las Ciencias” a unos estudiantes al margen de su futura profesión, aunque percibimos que el actual contexto institucional no lo favorece. Ello nos lleva a no olvidar que nosotros, como formadores, estamos enseñando la profesión al ejercerla y así, el mensaje es un medio formativo y el medio es un mensaje formativo.

### **Los AIP como materiales curriculares para la formación del profesorado**

La experimentación de las hipótesis contenidas en los diferentes AIP en diferentes contextos nos va permitiendo convertirlos en materiales curriculares para la formación de profesorado, de próxima publicación.

En estos materiales tratamos, inicialmente, de justificar la temática que se trabaja en cada AIP. Por ejemplo, en el ámbito sobre las ideas de los alumnos se justifica, entre otras razones, porque el currículo prescriptivo de Educación Obligatoria (Primaria y Secundaria) se dice explícitamente que para enseñar hay que partir de los conocimientos, experiencias e intereses de los alumnos. Parece entonces razonable que la formación inicial del profesorado atienda esta exigencia curricular, no sólo desde un punto de vista psicológico general sino también desde la didáctica específica. Además, es una buena ocasión de mostrar en la práctica el principio de coherencia entre el modelo de formación y el modelo didáctico en él integrado.

Además, cada AIP contiene información relevante para el formador de profesores que proviene del conocimiento más formalizado. Siguiendo el ejemplo anterior, información sobre el estudio de las concepciones de los alumnos desde la propia Didáctica de las Ciencias, como disciplina con la que fundamentar el tratamiento de esta temática en la formación inicial. Aquí se incluyen estudios de carácter general, otros de carácter específico sobre las concepciones de los alumnos acerca de un contenido concreto, y, por último, las informaciones que se refieren a las concepciones de los profesores sobre las concepciones de los alumnos.

Por otra parte, se presenta el diseño del AIP seleccionado: objetivos que se pretenden, problemas y contenidos profesionales que se tratan, programa de actividades de formación, evaluación y recursos que se utilizan (guiones, producciones de los alumnos, documentos escritos o visuales, etc). Y, finalmente, el relato y análisis de su puesta en práctica en un determinado contexto. Así, se logra tener una información de cómo funcionan las diferentes actividades y los recursos, haciendo especial hincapié en la evolución de las concepciones de los futuros profesores y los obstáculos más importantes con los que nos encontramos.

Esta forma de organizar la información de los AIP responde a nuestra visión del conocimiento profesional que, como ya hemos señalado, es un conocimiento de integración entre los conocimientos más formalizados (en este caso, procedentes de la Didáctica de las Ciencias) y los que proceden, en este caso, de la experiencia docente en la formación del profesorado.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZCÁRATE, P. (1999). Metodología de enseñanza. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 72-78.
- BLANCO, L.; MELLADO, V. y RUIZ, C. (1995). Conocimiento didáctico del contenido en ciencias experimentales y matemáticas y formación de profesores. *Revista de Educación*, 307, 427-446.
- BROMME, R. (1989). Conocimientos profesionales de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 19-29.
- CARR, W. y KEMMIS, S. (1986). *Becoming Critical. Knowledge through action research*. Victoria: Deakin University Press. (Trad. cast. *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca, 1988).
- CHEVALLARD, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- COLOMB, J. (1992). Didactiques et formation des maitres: problèmes théoriques et réalités. En Montero y Vez (eds). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela: Tórculo Ediciones.
- DE JONG, O. (1997). *The pedagogical knowledge of prospective and experienced chemistry teachers: a comparative study*. Paper presented at the NARST Annual Meeting. Chicago, USA.
- DEVELAY, M. (1993). *Peut-on former les enseignants?* Paris: ESF.
- ESCUADERO, J.M. (1992). La construcción problemática de los contenidos de la formación de los profesores. En *Actas Congreso Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela.
- FERRY, G. (1983). *Le trajet de la formation*. Paris, Dunod.
- FURIÓ, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 188-199.
- FURIÓ, C. (1997). La escuela, el conocimiento escolar y los conocimientos científicos en la ESO. (Segundo round en el debate sobre áreas o disciplinas). *Investigación en la Escuela*, 32, 66-76.
- FURIÓ, C. y GIL, D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 257-265.
- FURIÓ, C. et al (1992). La formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Investigación en la Escuela*, 16, 7-21.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (1999). Las ideas de los alumnos. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 58-64.
- GIL, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica). *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- GIL, D. et al (1994). *Formación del profesorado de las ciencias y las matemáticas. Tendencias y experiencias innovadoras*. Madrid: Editorial Popular.
- GROSSMAN, P. (1990). *The Making of a Teacher. Teacher Knowledge & Teacher Education*. New York: Teacher College Press.
- GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA. (1991). *Proyecto curricular "Investigación y Renovación Escolar" (IRES). (4 Vols. Versión Provisional)*. Documento interno.
- JIMÉNEZ, M.P. (1995). Comparando teorías: la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia en la formación del profesorado. En Blanco y Mellado (eds.). *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal*. Badajoz: Diputación provincial.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1998). La construcción didáctica del concepto de cambio químico. *Alambique*, 17, 65-75.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1999). Las materias escolares. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 50-56.
- MARTÍN DEL POZO, R. y PORLÁN, R. (1999). Tendencias en la formación inicial del profesorado sobre los contenidos escolares. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 35, 115-128.
- MARTINAND, J.L. (1989). Pratiques de référence, transposition didactique et savoirs professionnels en sciences et techniques. *Les Sciences de l'éducation*, 2, 23-29.
- MARTÍNEZ, M. et al. (2000). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tiene los futuros profesores de ciencias de Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias* (en prensa).
- MELLADO, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de Primaria y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- McNAMARA, D. (1991). Subject knowledge and its application: problems and possibilities for teacher educators. *Journal of Education for Teaching*, 17(2), 113-128.
- PORLÁN, R. (1999). Formulación de los contenidos escolares. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 65-70.



- PORLÁN, R. *et al* (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, 23-38.
- PORLÁN, R. y MARTÍN TOSCANO, J. (1994). El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela*, 24, 49-58.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla, Díada.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I : Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-171.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II : Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- POZO, J.I. (1994). Introducción al nº 65 de *Infancia y Aprendizaje* sobre Disciplinaridad Interdisciplinaridad en el área de Ciencias de la Naturaleza de la Educación Secundaria Obligatoria.
- RIVERO, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de ciencias de Educación Secundaria Obligatoria. Un estudio de caso*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- SHULMAN, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- SHULMAN, L.S. (1992). Renewing the Pedagogy of Teacher Education: the Impact of Subject-specific Conceptions Teaching. En *Actas Congreso Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela.