



La enseñanza de las ciencias en los centros escolares de Europa

Políticas e investigación





La enseñanza de las ciencias en los centros escolares de Europa

Políticas e investigación

La Unidad Europea de Eurydice publica este documento con la colaboración financiera de la Comisión Europea (Dirección General de Educación y Cultura).

Disponible en inglés (*Science Teaching in Schools in Europe. Policies and Research*) y francés (*L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. État des lieux des politiques et de la recherche*).

ISBN 92-79-03558-4

Este documento también se encuentra disponible en Internet (www.eurydice.org).

Se terminó de redactar en julio de 2006.

© Eurydice, 2006.

El contenido de esta publicación puede ser reproducido parcialmente, salvo con fines comerciales, siempre que el extracto vaya precedido de una referencia completa a "Eurydice, la red de información sobre la educación en Europa", seguido de la fecha de publicación del presente documento.

Las solicitudes de permiso para reproducir el documento íntegro deben dirigirse a la Unidad Europea.

Foto de cubierta: © Gabe Palmer/Corbis, Bruselas, Bélgica.

Eurydice
Unidad Europea
Avenue Louise 240
B-1050 Bruselas
Tel. +32 2 600 53 53
Fax +32 2 600 53 63
E-mail: info@eurydice.org
Internet: www.eurydice.org

Ministerio de Educación y Ciencia
Secretaría General de Educación
Centro de Investigación y Documentación Educativa - CIDE
Unidad Española de Eurydice

Edita:

© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

Subdirección General de Información y Publicaciones

NIPO: 651-07-194-4
ISBN: 978-84-369-4452-5
Depósito Legal: M-38972-2007

Imprime: Ediciones Gráficas Arial

www.map.es/publicaciones
www.mec.es

PRÓLOGO



La ciencia proporciona a los alumnos las herramientas necesarias para comprender mejor el mundo que les rodea. Fomenta la curiosidad y el sentido crítico. Arroja luz sobre la relación entre los seres humanos y la naturaleza, y nos recuerda que los recursos naturales no son ilimitados.

La ciencia también forma parte del mundo actual; estamos rodeados de sus productos, desde reproductores de MP3 hasta ordenadores instalados en nuestros coches, pasando por instrumentos médicos. Cada vez dependemos más de la ciencia. Todos escuchamos a los “expertos” que nos aconsejan acerca de cuestiones de interés general como el cambio climático o los alimentos transgénicos. Sus conocimientos se derivan de la ciencia. Si queremos apreciar lo que nos dicen y comprender su forma de pensar necesitamos poseer una “cultura científica”; necesitamos ser capaces de evaluar lo que nos dicen.

Además, Europa necesita científicos jóvenes con capacidad de innovación dentro de una sociedad competitiva basada en el conocimiento. Impulsar la participación de los alumnos en los estudios científicos y técnicos constituye uno de los objetivos establecidos por los Ministros de Educación en 2001, en el marco de su contribución al proceso de Lisboa.

Por tanto, resulta crucial para Europa que sus jóvenes adquieran competencias y conocimientos en las áreas científicas.

El presente estudio de Eurydice acerca de la enseñanza de las ciencias en los centros escolares de Europa forma parte integral del debate sobre el desarrollo de dicha enseñanza en la UE. Ofrece un análisis comparativo de las normas oficiales actualmente en vigor que regulan la enseñanza de las ciencias en general en 30 países europeos. Se centra, en particular, en los programas de formación del profesorado, en el currículo escolar y en la evaluación normalizada del alumnado. Además, este material resulta especialmente útil al ofrecer un panorama general de los principales resultados obtenidos por la investigación en didáctica de las ciencias.

Este documento, fruto de una estrecha colaboración entre la Unidad Europea de Eurydice y las Unidades Nacionales, subraya la especial atención que los responsables políticos

deben conceder a la formación de los profesores de ciencias. Una mayor sensibilidad hacia la distinta actitud que los chicos y las chicas muestran hacia las materias científicas también puede redundar en un mayor equilibrio en cuanto a la participación de ambos sexos en los estudios matemáticos, científicos y tecnológicos.

Estoy convencido de que los responsables de las políticas educativas muestran más interés que nunca por la problemática de la enseñanza de las materias científicas. Espero que consideren este documento como un apoyo a sus esfuerzos a favor de una enseñanza de ciencias de calidad para todos los ciudadanos europeos.



Ján Figel'

Comisario responsable
de Educación, Formación, Cultura
y Plurilingüismo

Prólogo	3
Introducción	7
Finalidad y campo del presente estudio	7
Metodología	7
Estructura del documento	8
Capítulo 1 – Programas de formación del profesorado de ciencias	9
Introducción	9
1.1. Conocimientos y competencias pedagógicas generales	10
1.2. Conocimientos y competencias pedagógicas específicas de la enseñanza de las ciencias	15
1.3. Conocimientos y competencias científicas	17
1.4. Criterios de acreditación específicos	21
Capítulo 2 – Formadores del profesorado de ciencias	23
Introducción	23
2.1. Formadores que trabajan en centros de formación inicial del profesorado	23
2.2. Formadores que trabajan en centros escolares	29
Capítulo 3 – Programas escolares de ciencias	31
3.1. Aspectos contextuales de la enseñanza de las ciencias	32
3.2. Los programas escolares de ciencias: actividades y objetivos de aprendizaje	34
3.3. Debates y reformas	39
Capítulo 4 – Evaluación normalizada del alumnado	43
4.1. Exámenes y tests normalizados de ciencias	43
4.2. Tipos de competencias y conocimientos evaluados	45
4.3. Trabajo relacionado con proyectos científicos	48
4.4. Debates actuales sobre la evaluación	50
Estudios sobre didáctica y formación del profesorado de ciencias	55
Introducción	55
A. Estudios sobre el aprendizaje de las disciplinas científicas	56
B. Estudios sobre el trabajo y la formación del profesorado de ciencias	66
Conclusión	70
Bibliografía	72

Resumen y conclusiones	77
Glosario	81
Índice de gráficos	87
Agradecimientos	89

INTRODUCCIÓN

Finalidad y campo del presente estudio

La manera en que se enseñan las ciencias en los centros escolares depende de muchos factores, especialmente de la formación que han recibido los profesores, de los contenidos del currículo escolar y de los exámenes y tests normalizados. De forma directa o indirecta, estos factores influyen en los contenidos y enfoques de la enseñanza de las ciencias, así como en las actividades científicas que se realizan en el aula.

El presente documento tiene dos objetivos. En primer lugar, ofrecer un análisis comparativo de las normas y recomendaciones oficiales relativas a la enseñanza de las ciencias y, en segundo lugar, presentar una síntesis de los principales resultados de la investigación en didáctica de las ciencias. La primera parte describe la situación de las actuales políticas educativas relacionadas con la didáctica de las ciencias en Europa. El examen de la literatura científica pretende ofrecer un panorama de los conocimientos actualmente disponibles acerca de los enfoques más eficaces para que los jóvenes adquieran conocimientos científicos. Mediante estas dos perspectivas complementarias, cuyas implicaciones aparecen reflejadas en las conclusiones, esperamos que el presente estudio ayude a los responsables políticos a tomar decisiones que mejoren la calidad de la enseñanza de las ciencias.

El año de referencia de los datos del análisis comparativo es 2004/05, mencionándose las reformas en curso en 2005/06. El estudio abarca 30 países miembros de la Red Eurydice ⁽¹⁾.

Los niveles educativos a los que se hace referencia son Educación Primaria (CINE 1) y Secundaria inferior (CINE 2). En este estudio sólo se tienen en cuenta los centros gestionados y financiados por las administraciones públicas. Sin embargo Bélgica, Irlanda y los Países Bajos constituyen la excepción. En estos tres países se incluye a los centros privados subvencionados, ya que la mayoría de los alumnos están matriculados en este tipo de centros.

Con el fin de limitar la extensión de la recopilación de información y garantizar su viabilidad, el estudio se centra en las ciencias como materia única integrada, y en la biología y la física cuando éstas se consideran materias independientes dentro del currículo. Este es el caso del currículo de Secundaria inferior, mientras que la integración de las ciencias es un hecho característico de la Educación Primaria. Debido a que la física y la biología son materias relativamente distintas, la elección de las mismas para el presente estudio ha permitido recopilar la información más amplia posible en materia de objetivos y enfoques metodológicos. Sin embargo, ello no implica en absoluto que estas materias se consideren más importantes que otras como, por ejemplo, la química.

Metodología

La información presentada en este análisis comparativo ha sido recopilada por las Unidades Nacionales de Eurydice mediante un cuestionario acompañado de una lista de términos y definiciones específicos. Los instrumentos empleados para la recopilación de datos se encuentran disponibles en la página web de Eurydice (www.eurydice.org).

Además de las aportaciones de las Unidades Nacionales, la Unidad Europea contó con la colaboración de dos expertos en didáctica de las ciencias a la hora de preparar el presente documento. No sólo par-

⁽¹⁾ Turquía, miembro de la Red Eurydice, no participó en la elaboración del presente estudio.

ticiparon en la elaboración del cuestionario destinado a la recopilación de datos, sino que redactaron parte del informe, incluyendo la síntesis de los resultados de la investigación, y realizaron una lectura crítica de todo el documento.

Para garantizar la calidad y fiabilidad del presente informe, la primera parte (el análisis comparativo) ha sido cuidadosamente revisada por las Unidades Nacionales de la Red Eurydice.

Todas las personas que han colaborado en este estudio han sido incluidas en la sección “Agradecimientos” al final del presente documento.

Estructura del documento

La primera parte del documento contiene un análisis comparativo de las normas y recomendaciones oficiales relativas a la enseñanza de las ciencias.

El primer capítulo examina el contenido de las normas de cualificación, de las directrices de los programas de formación inicial del profesorado, de los criterios de acreditación de los centros y de los programas de Educación Superior. Su objetivo es definir los tipos de competencias y conocimientos que deben adquirir los futuros profesores de ciencias durante su formación inicial, ya sean pedagógicos o relacionados directamente con la materia científica que impartirán.

El segundo capítulo trata de la cualificación y experiencia profesional de los formadores de profesores que supervisan a los futuros profesores de ciencias durante la formación profesional inicial de éstos. También se refiere a los formadores que trabajan en centros de formación inicial del profesorado, así como a los que trabajan en centros escolares y se encargan de supervisar a los futuros profesores durante sus prácticas en un centro docente.

El tercer capítulo se centra en los enfoques preconizados por los currículos escolares de ciencias y, en concreto, en los objetivos que deben alcanzarse y en las actividades que deben realizarse en el aula. El estudio se ocupa especialmente de los siguientes aspectos: la presencia de referencias a las dimensiones contextuales de la didáctica de las ciencias, como la historia de las ciencias y los problemas actuales de la sociedad; la experimentación; las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC); y la comunicación. También se ofrece un panorama general de los debates y reformas en curso relacionados con los programas escolares.

El cuarto capítulo está dedicado a las pruebas y exámenes normalizados en el área de las ciencias. Después de citar a los países que utilizan tales exámenes, el capítulo examina los tipos de conocimientos y competencias que se evalúan. También trata de la evaluación normalizada de un tipo concreto de actividad: los proyectos científicos. Al igual que en el capítulo 3, ofrece un breve panorama general de las reformas y debates relativos a la evaluación de los resultados de la enseñanza de las ciencias.

El resumen de los principales resultados de la investigación en didáctica de las ciencias constituye la segunda parte del presente documento. Aborda una serie de cuestiones de gran importancia para la formación del profesorado y, de manera más general, para su práctica docente. Abarca los aspectos más significativos del trabajo encaminado a contestar preguntas del tipo “¿Qué formas de aprendizaje se deben fomentar?”, “¿Cómo se puede motivar a los alumnos?”, “¿Cuál es la aportación específica de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)?”, “¿Qué concepto tienen los profesores de las ciencias y de su didáctica?”, “¿Qué conocimientos necesitan para enseñar ciencias?”, y “¿Cómo se adaptan a los enfoques y a los métodos innovadores?”.

Se incluye un glosario al final del presente documento.

CAPÍTULO 1

PROGRAMAS DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE CIENCIAS

Introducción

Este capítulo se centra en la formación de los futuros profesores de ciencias, ya sean generalistas o especialistas. La cuestión que subyace tras los datos que se presentan aquí está relacionada con las normas establecidas por la administración central en cuanto a los conocimientos que deben poseer los profesores de ciencias y su capacidad para enseñar ciencias. Evidentemente, un buen profesor de ciencias debe conocer y ser capaz de poner en práctica todos los elementos vinculados a la enseñanza de esta disciplina: debe conocer en profundidad los conceptos y las teorías científicas y recibir una formación en trabajo experimental en un laboratorio o en otro lugar. Por otra parte, debe dominar las áreas más amplias de la psicología, de la pedagogía y de la didáctica, así como poseer la metodología y la competencia pedagógica necesarias para trabajar en el aula.

Los profesores de Educación Primaria (CINE 1) a menudo deben encargarse de enseñar todas, o casi todas, las materias del currículo. No se les exige que posean unos conocimientos científicos especializados. Por tanto, la formación de los profesores generalistas debería tener una base más amplia en cuanto al conocimiento de las materias, en comparación con el profesorado de Secundaria inferior (CINE 2), donde la mayoría de los profesores son especialistas. En el gráfico 3.1 se presenta un panorama general de cómo se enseñan las ciencias en ambos niveles educativos en Europa. Otra diferencia entre los niveles CINE 1 y 2 es que en Primaria las ciencias se enseñan como materia integrada, mientras que en Secundaria inferior se consideran materias independientes. Por tanto, la formación del profesorado de Primaria puede reflejar un enfoque menos especializado de la enseñanza de las ciencias.

Estos dos aspectos de la enseñanza de las ciencias –por una parte, los conocimientos científicos, y por otra, los conocimientos pedagógicos y la competencia didáctica– constituyen el hilo conductor de este capítulo. La primera sección examina cuáles son los elementos que contribuyen a la preparación de los futuros profesores de ciencias. Se trata de una cuestión muy amplia, ya que las características de un buen profesor son comunes a las distintas materias escolares. Se concede una creciente importancia a la dimensión didáctica de la enseñanza de las ciencias, con el fin de aumentar el atractivo y la eficacia de las ciencias en los centros escolares. En Alemania, por ejemplo, parte de las reformas educativas de gran envergadura actualmente en curso están relacionadas con una nueva descripción de los objetivos de la formación del profesorado de ciencias, con el fin de conceder mayor importancia a la psicología de la educación y a los conocimientos y competencias pedagógicas. Anteriormente, la formación del profesorado estaba más centrada en los conocimientos de la materia propiamente dicha.

Sin embargo, algunas competencias pedagógicas son específicas del contexto científico. Este tipo de competencias se analiza en la segunda sección del presente capítulo. La tercera sección aborda la formación del profesorado en cuanto a conocimientos y competencias científicas, presentando información complementaria sobre las competencias del profesorado en materia de experimentación e investigación científicas. Por tanto, se concede más énfasis a las competencias científicas de los futuros profesores que a su competencia en materia de enseñanza y aprendizaje.

Finalmente, la última sección examina si existen criterios de acreditación específicos para los programas de formación inicial del profesorado cualificado para enseñar ciencias. En caso afirmativo, se especifican los aspectos de la formación inicial a los que se aplican.

Conviene tener en cuenta que aquí sólo se presenta información disponible en documentos oficiales de las administraciones centrales o con competencias plenas en materia educativa. Ello significa que la infor-

mación no indica lo que realmente se enseña en los centros de formación del profesorado, sino que refleja el contenido de las normas (o, en algunos casos, de las recomendaciones) establecidas por la administración central en relación con el contenido de los programas de formación del profesorado u otros tipos de cualificación establecidos por la administración central. Esta información permite tener una visión bastante completa de la formación del profesorado en función de la manera en que se rige cada sistema educativo. Solamente cuatro países (la República Checa, Grecia, Irlanda y los Países Bajos) no disponen actualmente de esta clase de datos emanados de la administración educativa central o con plenas competencias en materia educativa (gráficos 1.1-1.5). Sin embargo, esto no significa que el contenido de los programas de formación del profesorado no esté influido por otras referencias establecidas por la administración central, como los objetivos relacionados con la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos o los criterios de acreditación específicos o, en un orden más general, los contenidos de los currículos de ciencias (véase el capítulo 3).

Estas directrices en materia de programas o normas de cualificación pueden estar destinadas a la formación del profesorado en general o, más concretamente, de los profesores de ciencias.

Conviene destacar que este tipo de directrices/normas de cualificación emanadas de la administración central o con plenas competencias en materia educativa, y más concretamente, el desarrollo de normas relativas al profesorado, ha sido objeto de recientes discusiones y actuaciones por parte de las administraciones educativas de varios países. La ley de profesiones de la enseñanza, aprobada por el Parlamento neerlandés en 2004, prevé normas relativas a las competencias. El contenido de estas normas fue elaborado por organizaciones profesionales (p. ej. la Asociación para las normas profesionales en la enseñanza). Esta ley entrará en vigor en 2006. En la República Checa actualmente se debaten propuestas de normas profesionales mínimas para la formación del profesorado. Otros países que también debaten la implantación o modificación del perfil del profesor establecido por la administración central son Estonia (en 2003 se implantó el Plan Nacional de Desarrollo de la Formación del Profesorado) y Francia (la ley de abril de 2005 sobre *Avenir de l'École* exige que la formación del profesorado cumpla con los requisitos específicos establecidos por los Ministros de Educación Nacional y de Educación Superior). En el Reino Unido (Gales), el Parlamento galés actualmente examina las respuestas a la consulta realizada en 2005 sobre la revisión del *Qualified Teacher Status (QTS)* (condición de profesor titulado) que deben poseer los futuros profesores, así como sobre los nuevos requisitos que debe cumplir la oferta de cursos de formación inicial del profesorado. La propuesta es, en gran medida, paralela a los cambios iniciados en Inglaterra en 2002, y permitirá a los centros, siempre dentro de los límites establecidos, una mayor libertad a la hora de diseñar y ofrecer dicha formación. Está previsto que en 2006 se publiquen los nuevos requisitos.

1.1. Conocimientos y competencias pedagógicas generales

Con independencia de la materia que se enseñe, la formación del profesor desarrolla aptitudes de alto nivel, fundamentadas en una amplia base de conocimientos y competencias pedagógicas generales, que incluyen las teorías sobre el desarrollo del niño, la creación y gestión de las situaciones de aprendizaje, el trabajo con grupos heterogéneos y los enfoques de la enseñanza basados en la colaboración. Estas categorías se desglosan en competencias específicas, que se presentan en los gráficos 1.2a y 1.2b.

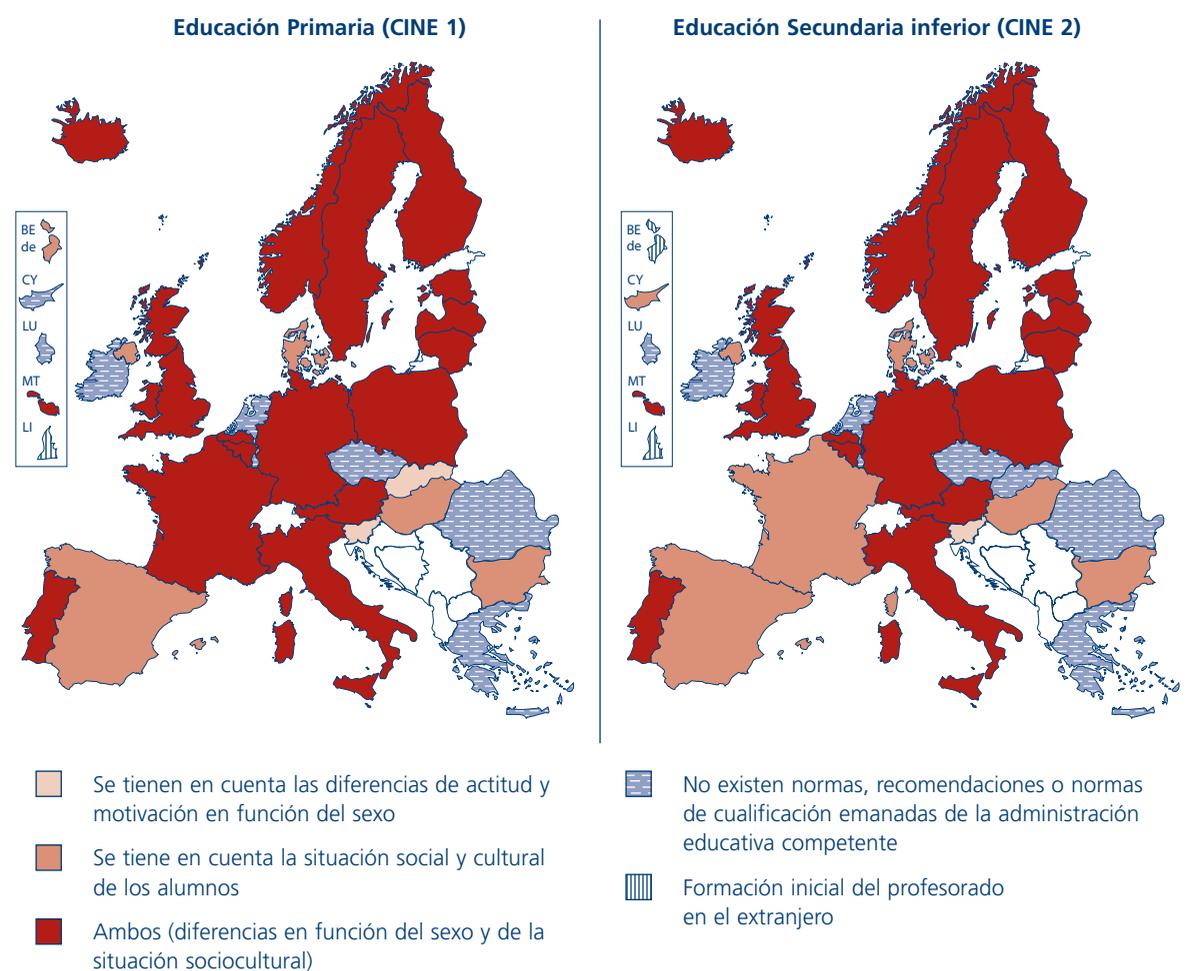
Los futuros profesores de ciencias estudian con bastante profundidad estos tipos de competencias y conocimientos, de acuerdo con las directrices de los programas y normas de cualificación establecidos por la administración educativa con competencias plenas en materia educativa, tanto para el nivel de Primaria (CINE 1) como para Secundaria inferior (CINE 2). En concreto, esta formación es muy completa para ambos niveles educativos en Bélgica (Comunidades francesa y flamenca), Alemania, los tres Estados Bálticos, Malta, Portugal, Finlandia, el Reino Unido (Escocia), Islandia y Noruega.

En general, las directrices relativas a las normas de cualificación de CINE 1 hacen un poco más de hincapié en los conocimientos y competencias pedagógicas generales que las de CINE 2, especialmente en lo concerniente a las teorías del desarrollo del niño.

En el nivel de CINE 2, donde las ciencias suelen enseñarse como materias independientes, no se advierte ninguna diferencia entre la física y la biología en cuanto a los conocimientos y competencias pedagógicas generales. Las únicas excepciones se encuentran en Bélgica (Comunidad flamenca), donde sólo se menciona a la biología en las directrices relativas a los programas y normas de cualificación emanadas de la administración educativa con competencias plenas en materia educativa, y en Chipre, donde la mayoría de los aspectos quedan cubiertos sólo en las directrices relativas a la física.

Respecto a la creación y gestión de situaciones de aprendizaje, sólo Italia no incluye una referencia a la elección de contextos de aprendizaje significativos.

Gráfico 1.1: Normas sobre la formación inicial del profesorado en relación con las diferencias en función del sexo y la situación sociocultural (CINE 1 y 2), 2004/05.



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Chipre: Las normas relativas a CINE 2 emanadas de la administración educativa competente sólo incluyen a los profesores de física (y no a los de biología).

Malta: No hay normas o recomendaciones oficiales. La situación presentada aquí corresponde a la Facultad de Educación de la Universidad de Malta, que es la única institución que ofrece formación inicial a los profesores.

Gráfico 1.2a: Normas sobre conocimientos y competencias pedagógicas generales dentro de la formación inicial del profesorado (CINE 1), 2004/05.



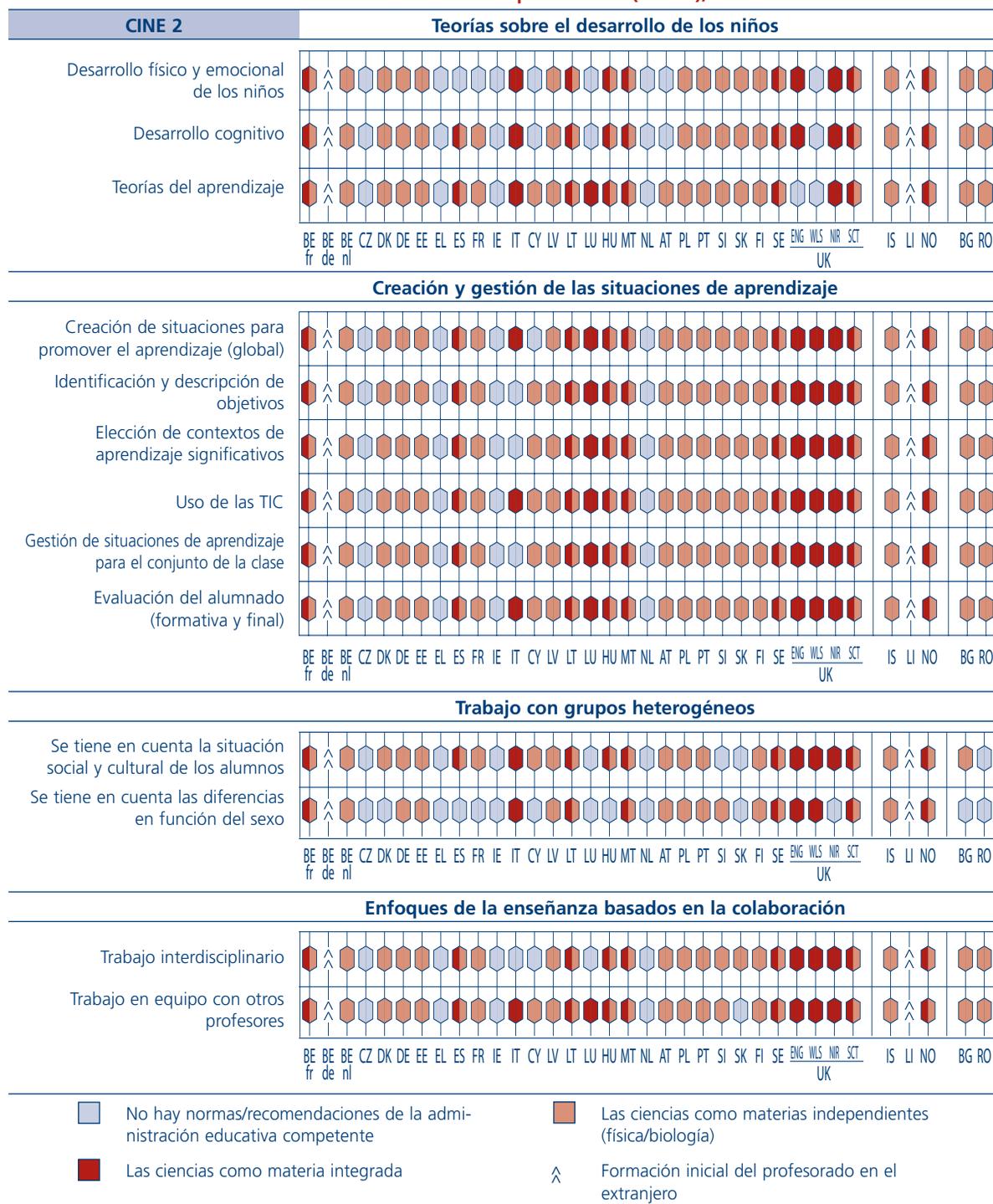
Fuente: Eurydice.

Notas complementarias (gráficos 1.2a y 1.2b)

Bélgica (BE de): No hay formación para el profesorado de CINE 2 (estudia en la Comunidad francesa de Bélgica o en el extranjero).

Bélgica (BE nl): Las normas de la administración educativa competente relativas al nivel CINE 2 sólo afectan a los profesores de biología.

Gráfico 1.2b: Normas sobre conocimientos y competencias pedagógicas generales dentro de la formación inicial del profesorado (CINE 2), 2004/05.



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias (continuación - gráficos 1.2a y 1.2b)

República Checa, Grecia, Irlanda y Países Bajos: No hay directrices en los programas de formación/normas de cualificación emanadas de la administración educativa competente relativos a esta área. Los programas de formación del profesorado pueden verse influidos por los objetivos establecidos por la administración central o por otros criterios que no aparecen representados en este gráfico.

Alemania: Los datos se basan, en parte, en las normas de cada uno de los 16 Länder.

Notas complementarias (continuación - gráficos 1.2a y 1.2b):

Chipre: Las normas de la administración educativa competente relativas al nivel CINE 2 sólo afectan a los profesores de física (y no a los de biología) en el caso de “teorías del aprendizaje”, “uso de las TIC”, “gestión de situaciones de aprendizaje para el conjunto de la clase”, “evaluación del alumnado”, “se tiene en cuenta la situación social y cultural” y “trabajo en equipo”.

Malta: No hay normas o recomendaciones oficiales. La situación presentada aquí corresponde a la Facultad de Educación de la Universidad de Malta, que es la única institución que ofrece formación inicial a los profesores.

Austria: Las cifras de CINE 2 corresponden a la formación que las *Pädagogische Akademien* ofrecen a los futuros profesores de la *Hauptschule*. Tampoco existen, en términos cualitativos, normas o recomendaciones relacionadas específicamente con la formación del profesorado que las universidades ofrecen a los futuros profesores de las *allgemein bildende höhere Schulen*.

Eslovenia y Eslovaquia: Las normas nacionales son los Criterios para la Evaluación de los Programas de Formación del Profesorado y la Comisión de Acreditación, respectivamente.

Noruega: En el nivel CINE 1, las ciencias se integran en las ciencias sociales. A partir de 2005/06, no existen materias de ciencias obligatorias en CINE 1.

Nota explicativa

- Las “normas emanadas de la administración educativa competente” tienen carácter preceptivo (leyes, decretos, ordenamientos, etc.), por lo que son de obligado cumplimiento.
- Las “recomendaciones emanadas de la administración educativa competente” son directrices oficiales que tienen un carácter orientativo pero que no son de obligado cumplimiento.
- Las “normas de cualificación” son definidas por la administración educativa central o competente como el conjunto de competencias básicas, conocimientos pertinentes y aptitudes que debe poseer un profesor (perfil del profesor) para obtener un título inicial que le permita el acceso a la docencia.
- Los “contextos de aprendizaje significativos” designan a los contextos que tienen sentido para los alumnos.
- La “evaluación del alumnado” se refiere a la evaluación encaminada a medir la adquisición de conocimientos y competencias mediante pruebas y exámenes (“evaluación final”) o a la evaluación encaminada a revalorizar el aprendizaje como parte integral de los procesos cotidianos de enseñanza y aprendizaje (“evaluación formativa”).

Además de las normas establecidas por la administración competente en relación con la formación del profesorado, deben mencionarse otras fuentes (que no están representadas aquí) que influyen en el desarrollo de los contenidos de los programas de formación del profesorado (como, por ejemplo, los objetivos que los alumnos deben alcanzar).

El trabajo basado en la colaboración, que implica tanto el trabajo interdisciplinario (es decir, el trabajo realizado de forma transversal respecto del currículo escolar) como las competencias asociadas al trabajo en equipo con otros profesores, se cubren ampliamente en los niveles CINE 1 y 2. Esto es especialmente cierto en el caso del trabajo en equipo del nivel CINE 2, donde sólo Eslovaquia constituye la excepción. En CINE 1, el trabajo en equipo no se contempla en las directrices de la administración educativa competente de Chipre y Suecia. El trabajo interdisciplinario tampoco se contempla en las directrices de Italia o Luxemburgo, ni en las directrices para CINE 2 de Chipre.

La sensibilidad hacia las diferentes actitudes y motivaciones en función del sexo y el hecho de que estas diferencias se tengan en cuenta constituyen aspectos de gran importancia, ya que las investigaciones muestran que existen grandes diferencias entre chicos y chicas en relación con lo que les gustaría aprender en las clases de ciencias, con la manera en la que desean que se les enseñe y evalúe, y con su actitud hacia las ciencias (véase “Estudios en didáctica de las ciencias y formación del profesorado de ciencias”). Sin embargo, estos son los aspectos menos citados en las directrices de los programas y en las normas de cualificación de la formación del profesorado emanadas de las administraciones educativas competentes. Nueve sistemas educativos no mencionan estos aspectos en absoluto en el nivel CINE 1 y tampoco lo hacen 10 sistemas educativos en el nivel CINE 2.

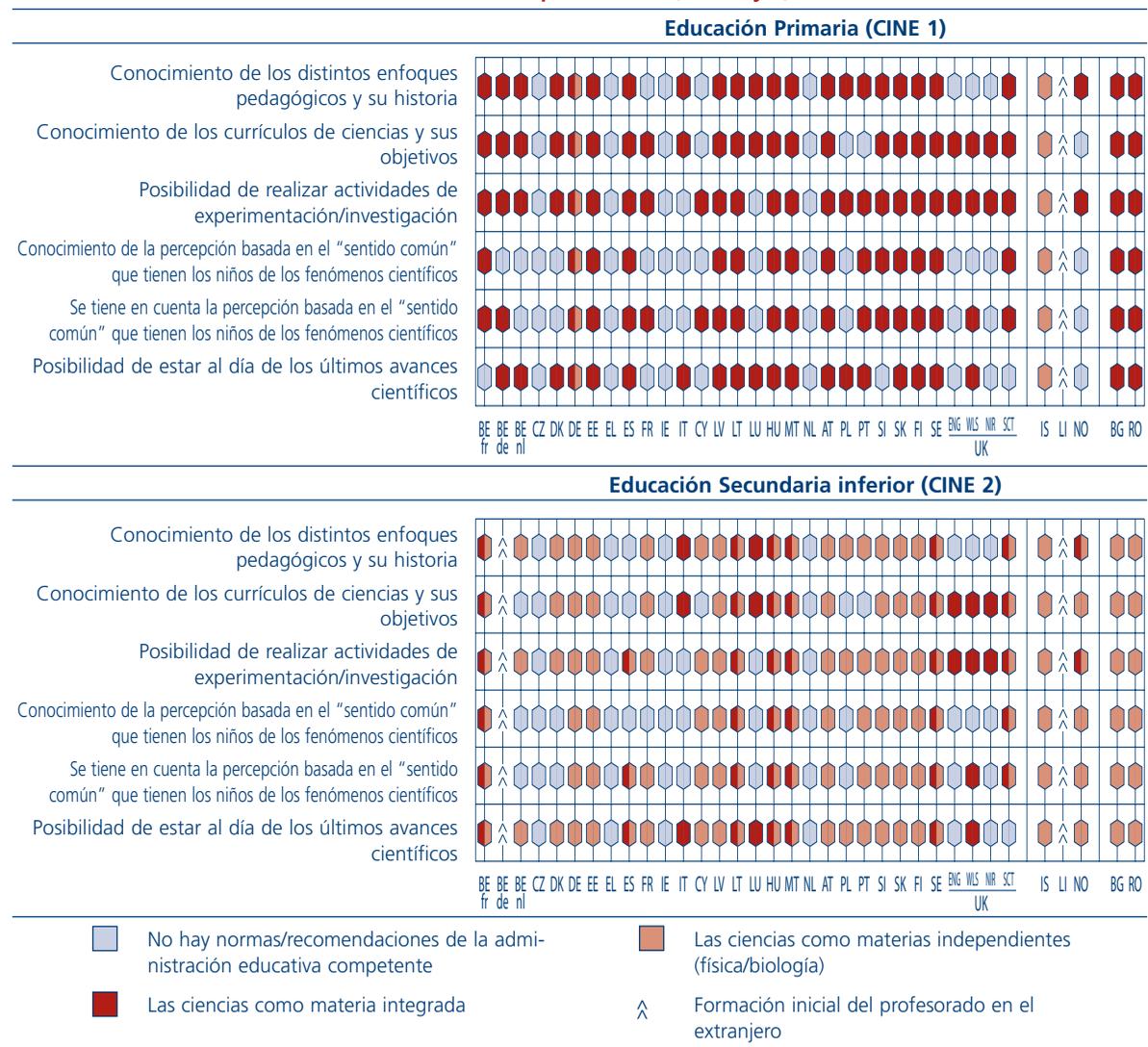
Un mayor número de países tiene en cuenta las diferencias relativas a la situación social y cultural de los alumnos. Sólo cinco sistemas educativos, en el nivel CINE 1, y cuatro, en el nivel CINE 2, no contemplan estos aspectos en las directrices/normas de cualificación relativas a la formación del profesorado emanadas de las administraciones educativas competentes.

1.2. Conocimientos y competencias pedagógicas específicas de la enseñanza de las ciencias

Comparadas con las competencias pedagógicas generales señaladas anteriormente, las referencias a las competencias específicas de la enseñanza de las ciencias son algo menos frecuentes en las directrices/normas de cualificación emanadas de las administraciones educativas competentes (véase el gráfico 1.3).

Se aprecian pocas diferencias entre los programas de formación del profesorado de Primaria y los de Secundaria. Por tanto, la situación es similar a la presentada anteriormente en relación con los conocimientos y competencias pedagógicas generales.

Gráfico 1.3: Normas sobre los conocimientos y competencias pedagógicas específicas de la formación inicial del profesorado (CINE 1 y 2), 2004/05.



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias (continuación - gráfico 1.3)

Bélgica (BE de): No hay formación para el profesorado de CINE 2 (estudia en la Comunidad francesa de Bélgica o en el extranjero).

Bélgica (BE nl): Las normas de la administración educativa competente relativas al nivel CINE 2 sólo afectan a los profesores de biología.

República Checa, Grecia, Irlanda y Países Bajos: No hay directrices en los programas de formación/normas de cualificación emanados de la administración educativa competente relativos a esta área. Los programas de formación del profesorado pueden verse influidos por los objetivos establecidos por la administración central o por otros criterios que no aparecen representados en este gráfico.

Alemania: Los datos se basan, en parte, en las normas de cada uno de los 16 *Länder*.

Italia: Las normas emanadas de la administración educativa competente afectan a la formación del profesorado en su conjunto, sin que se contemple la formación específica en función de las materias.

Chipre: Las normas de la administración educativa competente relativas al nivel CINE 2 sólo afectan a los profesores de física (y no a los de biología) en el caso de “conocimiento de” y “se tiene en cuenta la percepción basada en el sentido común” y la “posibilidad de estar al día de los últimos avances científicos”.

Malta: No hay normas o recomendaciones oficiales. La situación presentada aquí corresponde a la Facultad de Educación de la Universidad de Malta, que es la única institución que ofrece formación inicial a los profesores.

Austria: Las cifras de CINE 2 corresponden a la formación que las *Pädagogische Akademien* ofrecen a los futuros profesores de la *Hauptschule*. Tampoco existen, en términos cualitativos, normas o recomendaciones relacionadas específicamente con la formación del profesorado que las universidades ofrecen a los futuros profesores de las *allgemein bildende höhere Schulen*.

Polonia: Las normas de la administración educativa competente relativas a CINE 2 sólo afectan a los profesores de física (y no a los de biología) en el caso de “posibilidad de realizar actividades de experimentación/investigación”.

Eslovenia y Eslovaquia: Las normas nacionales son los Criterios para la Evaluación de los Programas de Formación del Profesorado y la Comisión de Acreditación, respectivamente.

Noruega: En el nivel CINE 1, las ciencias se integran en las ciencias sociales. A partir de 2005/06, no existen materias científicas obligatorias en CINE 1.

Nota explicativa

- Las “normas emanadas de la administración educativa competente” tienen carácter preceptivo (leyes, decretos, ordenamientos, etc.), por lo que son de obligado cumplimiento.
- Las “recomendaciones emanadas de la administración educativa competente” son directrices oficiales que tienen un carácter orientativo, pero que no son de obligado cumplimiento.
- Las “normas de cualificación” son definidas por la administración educativa central o competente como el conjunto de competencias básicas, conocimientos pertinentes y aptitudes que debe poseer un profesor (perfil del profesor) para obtener un título inicial que le permita el acceso a la docencia.
- “Percepción basada en el sentido común de los conceptos y fenómenos científicos” es una forma de referirse al razonamiento espontáneo/precientífico que se diferencia claramente del razonamiento científico. Estas apreciaciones basadas en el sentido común han dado lugar a explicaciones de fenómenos, conocidas como concepciones o representaciones ingenuas/deducciones basadas en el sentido común.
- La “experimentación/investigación” se refiere al trabajo basado en experimentos que introduce a los alumnos en los diversos procesos y actividades que implican la formulación de un problema y de una hipótesis o modelo científico, la recopilación de datos, la realización de experimentos adecuados y el análisis y presentación de resultados.

Además de las normas establecidas por la administración competente en relación con la formación del profesorado, deben mencionarse otras fuentes (que no están representadas aquí) que influyen en el desarrollo de los contenidos de los programas de formación del profesorado (como, por ejemplo, los objetivos que los alumnos deben alcanzar).

Las actividades científicas de investigación/experimentación aparecen con mucha frecuencia en las directrices/normas de cualificación emanadas de las administraciones educativas competentes para ambos niveles educativos. En Noruega es el único aspecto que se menciona en las directrices de la administración competente (junto con el conocimiento de los distintos enfoques pedagógicos). Italia y Luxemburgo sólo aluden a este tipo de actividad en relación con el nivel CINE 1.

Un segundo aspecto que se trata en profundidad es el conocimiento de los distintos enfoques de la enseñanza de las ciencias y su historia, junto con el conocimiento de los currículos de ciencias y sus objeti-

vos. En casi todos los sistemas educativos, las directrices para los programas escolares emanadas de las administraciones competentes garantizan que los futuros profesores de ciencias reciban una formación en esta área.

Para que sea eficaz, la enseñanza de las ciencias en la escuela debe mostrar sensibilidad hacia la percepción que, basándose en el “sentido común”, tienen los niños de los fenómenos científicos (es decir, un razonamiento espontáneo o precientífico que les induce a formar representaciones o concepciones ingenuas de los fenómenos). Este hecho se pone de manifiesto de forma concluyente en un amplio *corpus* de investigación que subraya la gran diversidad de maneras en las que los niños contemplan e interpretan el mundo a su alrededor (véase “Estudios en didáctica de las ciencias y formación del profesorado de ciencias”). Sin embargo, el conocimiento de lo que ello implica y la posibilidad de tener en cuenta este “sentido común” en el aula y en el laboratorio de ciencias no se contempla en las directrices/normas de cualificación (emanadas de las administraciones competentes) de 13 sistemas educativos para el nivel CINE 1, y de 11 sistemas educativos para el nivel CINE 2.

Finalmente, el mantenerse al día de los avances científicos es importante en ambos niveles educativos en casi todos los países, aunque en Bélgica (Comunidad francesa), Francia, Chipre, Eslovenia y el Reino Unido (Escocia), este requisito sólo afecta al profesorado de CINE 2.

1.3. Conocimientos y competencias científicas

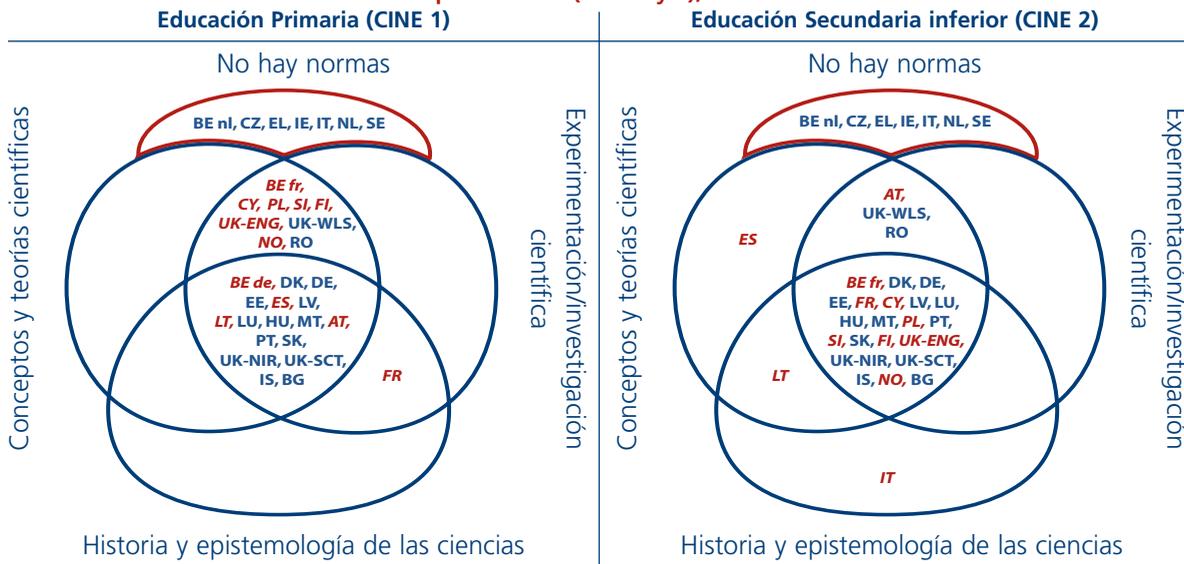
La enseñanza de las ciencias no sólo exige estar en posesión de las competencias pedagógicas necesarias, sino también de un conocimiento profundo de la materia. Esta tercera sección centra su atención en los conocimientos científicos más que en las competencias pedagógicas. El gráfico 1.4 muestra un panorama general de las directrices en materia de programas/normas de cualificación emanadas de las administraciones educativas competentes en relación con tres dimensiones principales: los conceptos y teorías científicas, la historia y epistemología de las ciencias, y la investigación/experimentación científica. Por otra parte, el gráfico 1.5 ofrece información más detallada acerca de los tipos de actividades de investigación/experimentación científica que se ofrecen en los programas de formación del profesorado.

Casi todos los sistemas educativos con directrices emanadas de las administraciones competentes mencionan el conocimiento de las teorías y conceptos científicos. Las únicas excepciones son la Comunidad flamenca de Bélgica, Francia (CINE 1), Italia y Suecia. Estos países (salvo Francia), junto con España y Lituania (ambos en el nivel CINE 2), también aplican directrices relativas a las actividades científicas de investigación/experimentación. Por consiguiente, las dos primeras áreas quedan ampliamente cubiertas en todas las directrices relativas a la formación del profesorado en Europa.

No puede decirse lo mismo del conocimiento de la historia de las ciencias y epistemología, ya que casi la mitad de los sistemas educativos mencionan este aspecto en las directrices que emanan de las administraciones educativas competentes (cabe destacar que es el único aspecto que se contempla en las directrices italianas para CINE 2). También debe mencionarse que en Chipre y Polonia, donde la física y la biología son materias independientes en el nivel CINE 2, la historia y epistemología de las ciencias se incluye en los programas de formación del profesorado de física, pero no de biología.

En general, la situación es idéntica para el profesorado de CINE 1 y de CINE 2, aunque en algunos casos (la Comunidad francesa de Bélgica, Italia, Chipre, Polonia, Finlandia, el Reino Unido (Inglaterra) y Noruega (ciencias no integradas)), la historia de las ciencias y epistemología sólo se incluyen en el nivel CINE 2. En España y Austria, sin embargo, la cobertura en el nivel CINE 1 es más amplia. En España, esto se debe a que estas áreas ya se han cubierto en la formación general del modelo consecutivo de formación del profesorado.

Gráfico 1.4: Normas sobre los conocimientos y las competencias científicas de la formación inicial del profesorado (CINE 1 y 2), 2004/05.



Diferencias entre CINE 1 y 2

Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Bélgica (BE de): No hay formación para el profesorado de CINE 2 (estudia en la Comunidad francesa de Bélgica o en el extranjero).

República Checa, Grecia, Irlanda y Países Bajos: No hay directrices en materia de programas/niveles de cualificación de las administraciones educativas competentes relativas a esta área dentro de la formación del profesorado. Los programas de formación del profesorado pueden verse influidos por los objetivos establecidos por la administración central o por otros criterios que aparecen representados en este gráfico.

Alemania: Los datos se basan, en parte, en las normas de cada uno de los 16 Länder.

Lituania: Los conocimientos y competencias pedagógicas relativas a la experimentación/investigación científica en el nivel CINE 1 sólo afectan a la formación no universitaria del profesorado (CINE 5B).

Malta: No hay normas o recomendaciones oficiales. La situación presentada aquí corresponde a la Facultad de Educación de la Universidad de Malta, que es la única institución que ofrece formación inicial al profesorado.

Austria: Las cifras de CINE 2 corresponden a la formación que las *Pädagogische Akademien* ofrecen a los futuros profesores de *Hauptschule*. Tampoco existen, en términos cualitativos, normas o recomendaciones relacionadas específicamente con la formación del profesorado que las universidades ofrecen a los futuros profesores de *allgemein bildende höhere Schulen*.

Eslovenia y Eslovaquia: Las normas nacionales son los Criterios para la Evaluación de los Programas de Formación del Profesorado y la Comisión de Acreditación, respectivamente.

Liechtenstein: La formación del profesorado se realiza en el extranjero.

Noruega: En el nivel CINE 1, las ciencias se integran en las ciencias sociales. A partir de 2005/06, no existen materias científicas obligatorias en CINE 1.

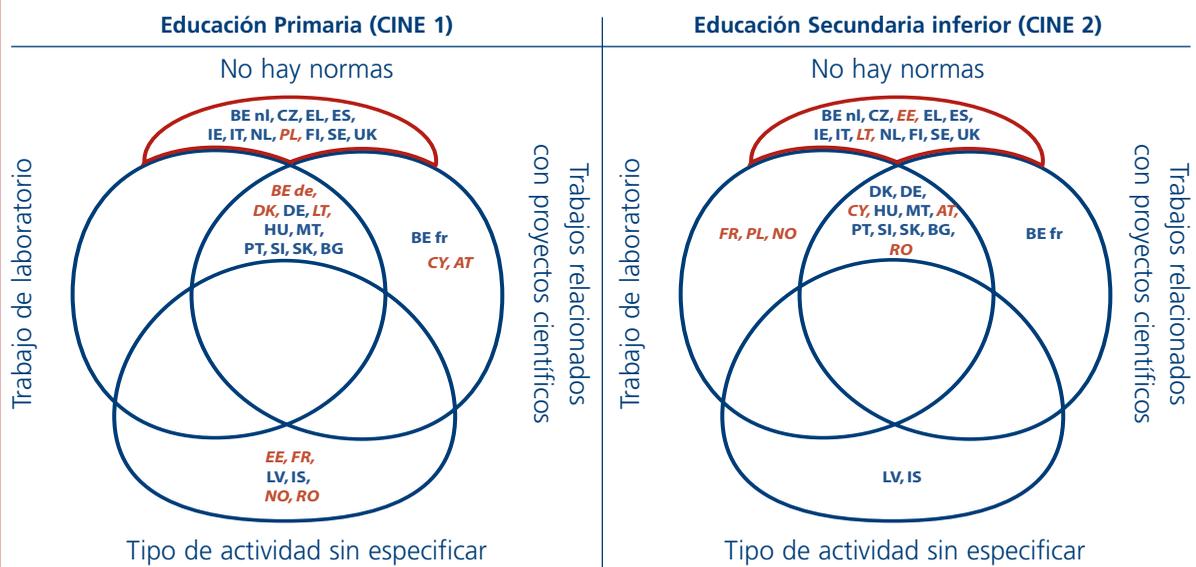
Nota explicativa

- Las "normas emanadas de la administración educativa competente" tienen carácter preceptivo (leyes, decretos, ordenamientos, etc.), por lo que son de obligado cumplimiento.
- Las "recomendaciones emanadas de la administración educativa competente" son directrices oficiales que tienen un carácter orientativo, pero que no son de obligado cumplimiento.
- Las "normas de cualificación" son definidas por la administración educativa central o competente como el conjunto de competencias básicas, conocimientos pertinentes y aptitudes que debe poseer un profesor (perfil del profesor) para obtener un título inicial que le permita el acceso a la docencia.
- La "experimentación/investigación" se refiere al trabajo basado en experimentos que introduce a los alumnos en los diversos procesos y actividades que implican la formulación de un problema y de una hipótesis o modelo científico, la recopilación de datos, la realización de experimentos adecuados y el análisis y presentación de resultados.

Además de las normas emitidas por la administración competente en relación con la formación del profesorado, deben mencionarse otras fuentes (no representadas aquí) que influyen en el desarrollo de los contenidos de los programas de formación del profesorado (como, por ejemplo, los objetivos que los alumnos deben alcanzar).

La cuestión de saber si la formación inicial del profesorado transmite a los profesores generalistas y especialistas las competencias necesarias en el área de la experimentación e investigación científica se aborda más adelante, a fin de analizar los tipos de actividades científicas que realizan los futuros profesores (gráfico 1.5).

Gráfico 1.5: Normas sobre el desarrollo de las competencias en materia de experimentación/investigación científica de la formación inicial del profesorado (CINE 1 y 2), 2004/05.



Diferencias entre CINE 1 y 2

Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Bélgica (BE de): No hay formación para el profesorado de CINE 2 (estudia en la Comunidad francesa de Bélgica o en el extranjero).

República Checa, Grecia, Irlanda y Países Bajos: No hay directrices en materia de programas/niveles de cualificación de las administraciones educativas competentes relativas a esta área dentro de la formación del profesorado. Los programas de formación del profesorado pueden verse influidos por los objetivos establecidos por la administración central o por otros criterios que aparecen representados en este gráfico.

Alemania: Los datos se basan, en parte, en las normas de cada uno de los 16 Länder.

Lituania: Los datos sólo se refieren a la formación no universitaria del profesorado (CINE 5B).

Luxemburgo: No se dispone de datos.

Malta: No hay normas o recomendaciones oficiales. La situación presentada aquí corresponde a la Facultad de Educación de la Universidad de Malta, que es la única institución que ofrece formación inicial al profesorado.

Austria: Las cifras de CINE 2 corresponden a la formación que las *Pädagogische Akademien* ofrecen a los futuros profesores de la *Hauptschule*. Tampoco existen, en términos cualitativos, normas o recomendaciones relacionadas específicamente con la formación del profesorado que las universidades ofrecen a los futuros profesores de las *allgemein bildende höhere Schulen*.

Eslovenia y Eslovaquia: Las normas nacionales son los Criterios para la Evaluación de los Programas de Formación del Profesorado y la Comisión de Acreditación, respectivamente.

Reino Unido (ENG/WLS/NIR): Los centros que ofrecen la formación inicial del profesorado deben garantizar que los futuros profesores conocen y comprenden el currículo escolar, incluyendo sus exigencias en materia de investigación o experimentación científica.

Liechtenstein: La formación del profesorado se realiza en el extranjero.

Noruega: En el nivel CINE 1, las ciencias se integran en las ciencias sociales. A partir de 2005/06, no existen materias científicas obligatorias en CINE 1.

Nota explicativa (Gráfico 1.5)

- Las “normas emanadas de la administración educativa competente” tienen carácter preceptivo (leyes, decretos, ordenamientos, etc.), por lo que son de obligado cumplimiento.
- Las “recomendaciones emanadas de la administración educativa competente” son directrices oficiales que tienen un carácter orientativo, pero que no son de obligado cumplimiento.
- El “trabajo en el laboratorio” se realiza en un laboratorio o en otro lugar, y forma parte de la formación científica. Puede tratarse de un trabajo rutinario (por ejemplo, observaciones o mediciones simples) o tener un cierto carácter de investigación.
- Los “trabajos relacionados con proyectos científicos” implican la experimentación u otro tipo de trabajo en un laboratorio o en otro lugar y siempre tiene un carácter de investigación.

Además de las normas emitidas por la administración competente en relación con la formación del profesorado, deben mencionarse otras fuentes (no representadas aquí) que influyen en el desarrollo de los contenidos de los programas de formación del profesorado (como, por ejemplo, los objetivos que los alumnos deben alcanzar).

Los trabajos relacionados con proyectos científicos constituyen un elemento que suele estar presente en la formación del profesorado. Casi la mitad de los sistemas educativos con directrices en materia de programas/normas de cualificación emanadas de las administraciones competentes contemplan la inclusión de proyectos con carácter científico dentro de la formación del profesorado de CINE 1. Un segundo tipo de actividades de naturaleza científica que se incluye en los programas de formación del profesorado de Primaria es el trabajo en el laboratorio, aunque es menos frecuente. Diez sistemas educativos incluyen este tipo de actividad junto a los proyectos científicos. Otros seis sistemas educativos mencionan la necesidad de participar en actividades de experimentación y de investigación científicas, aunque sin concretar los tipos de actividad exigidos. Esto significa que, según las directrices en materia de programas/normas de cualificación emanadas de las administraciones competentes, algunos futuros profesores de ciencias de nivel CINE 1 no tienen que recibir una formación práctica relacionada con las competencias de experimentación o investigación científicas, ya que casi la mitad de los sistemas educativos no contempla este tipo de formación. Posiblemente esto refleja el hecho de que muchos profesores de CINE 1 son generalistas. Reciben una formación para impartir todas las materias del currículo escolar, o casi todas, y no poseen necesariamente una especialización en ciencias.

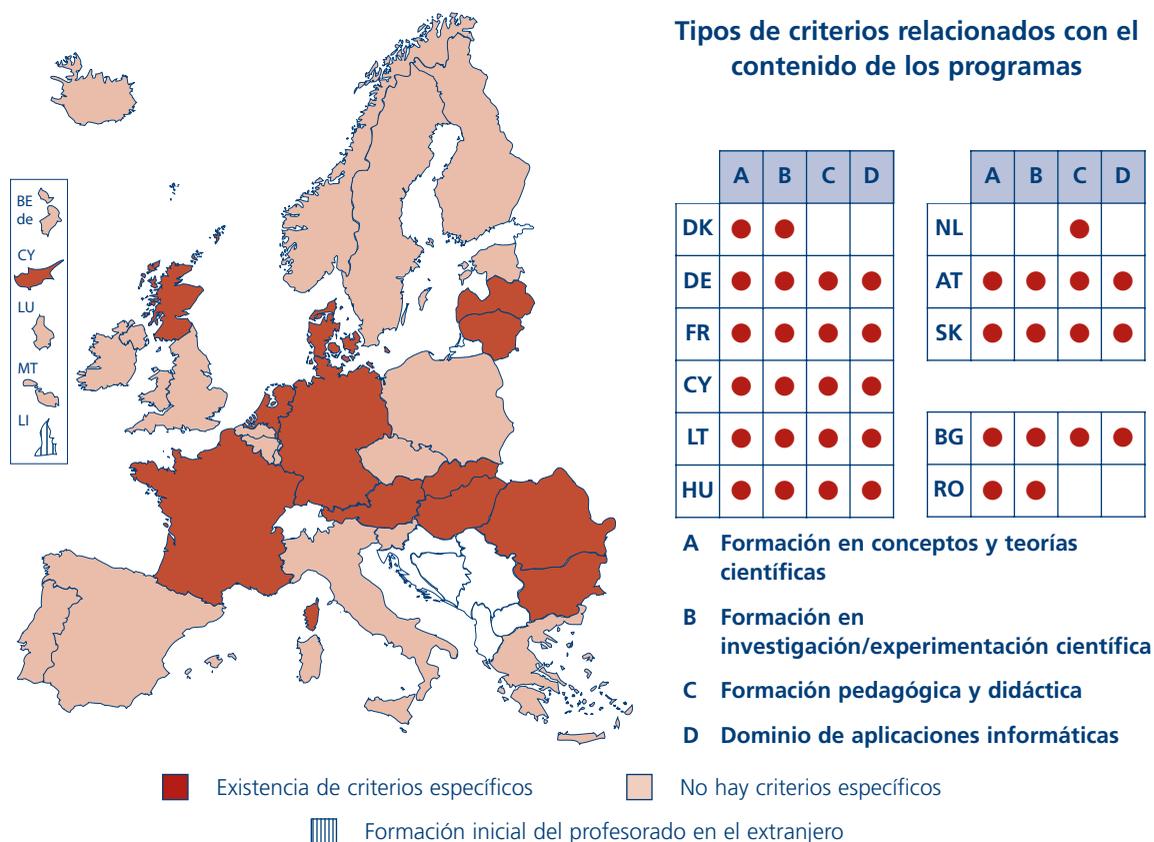
En el nivel de Secundaria muchos profesores de ciencias son especialistas, como se desprende de los requisitos establecidos por las administraciones competentes en materia de actividades de experimentación/investigación científicas. En 15 sistemas educativos se exige trabajo en el laboratorio. En Chipre y Polonia los futuros profesores de física tienen que realizar trabajo en el laboratorio o, como alternativa, la realización de prácticas en un laboratorio de investigación. Esta última opción también existe en Rumania y Bulgaria. Los proyectos científicos son obligatorios en 13 sistemas educativos, mientras que algunos países no especifican el tipo de actividad exigido.

La información que se presenta en estas tres primeras secciones muestra que la reglamentación, las recomendaciones o las normas de cualificación establecidas por las administraciones competentes contienen mucha información acerca de lo que debe incluirse en la formación del profesorado de ciencias, no sólo en cuanto a las competencias pedagógicas generales, sino también en cuanto a los conocimientos y competencias más específicos de las materias científicas. Esto ocurre en los dos niveles educativos (un poco más en CINE 2 que en CINE 1) y en las tres materias científicas (ciencias como materia integrada, física y biología) analizados para recopilar datos. Por tanto, las directrices emanadas de las administraciones competentes en materia de programas/normas de cualificación se caracterizan por una gran uniformidad en cuanto al tratamiento de esta cuestión. Quizá no resulte sorprendente esta constatación, si se parte del hecho de que estas directrices establecen un marco general para la formación del profesorado, que después se completa y se llena de contenido en los programas que establece cada centro de formación.

1.4. Criterios de acreditación específicos

En muchos países europeos los centros de Educación Superior disfrutan de una autonomía de gestión considerable y, en algunos casos, de total autonomía. La acreditación es un medio adoptado por las administraciones educativas centrales o con competencias plenas para garantizar que la formación que ofrecen los centros de Educación Superior cumple los requisitos en materia de calidad. Por consiguiente, la acreditación es un proceso mediante el cual las autoridades legislativas y profesionales juzgan si una institución o un programa alcanza los niveles de calidad preestablecidos que les permite ofrecer un programa concreto y expedir el título correspondiente.

Gráfico 1.6: Criterios de acreditación específicos para los programas de formación inicial del profesorado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05.



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Bélgica (BE de): No hay formación para el profesorado de CINE 2 (estudia en la Comunidad francesa de Bélgica o en el extranjero).

Lituania: La información sólo se refiere a los programas ofrecidos por centros de Educación Superior no universitaria. No existen criterios de acreditación específicos para los programas universitarios de formación inicial del profesorado.

Austria: Los criterios A, B, C y D sólo se refieren a los programas de formación de las *Pädagogische Akademien*.

Rumania: La información sólo se refiere a los programas de nivel CINE 5. En el caso de los programas de nivel CINE 3 (*Liceu pedagogic*), los criterios se refieren al contenido de los programas, que tienen que cumplir las normas nacionales, y a la calidad de la formación que se ofrece. También están relacionados con la evaluación del alumnado.

Nota explicativa

Acreditación: Proceso mediante el cual las autoridades legislativas y profesionales juzgan si una institución o un programa alcanza los niveles de calidad preestablecidos que les permite ofrecer un tipo concreto de formación (del profesorado) y expedir el título correspondiente.

El propósito de esta sección no es examinar los criterios de acreditación en general, sino analizar si existen criterios específicos en la formación inicial de los profesores cualificados para enseñar ciencias en Educación Primaria y Secundaria inferior.

En Europa trece sistemas educativos disponen de criterios de acreditación específicos para los programas de formación inicial de los futuros profesores de ciencias (que, en algunos países, incluyen una fase final de prácticas en un centro escolar o de iniciación a la docencia). Estos criterios pueden estar relacionados con diversos aspectos, incluyendo el contenido de los programas y la orientación de los alumnos, o, más concretamente, con cuestiones de organización.

En todos los países, salvo en Letonia y el Reino Unido (Escocia), los criterios están relacionados con el contenido de los programas de formación. En Francia, por ejemplo, se supone que los *Instituts Universitaires de Formation des Maîtres* (IUFM - Institutos Universitarios de Formación de Maestros) cumplen las instrucciones que abarcan los tres aspectos de la formación (prácticas, enseñanza y trabajo personal).

Los criterios de acreditación relativos al contenido de los programas contemplan aspectos fundamentales de la formación inicial de los futuros profesores de ciencias: la formación en los conceptos y las teorías científicas, la formación en la investigación/experimentación científica, la formación en los métodos pedagógicos y, en menor medida, el dominio de las aplicaciones informáticas.

CAPÍTULO 2

FORMADORES DEL PROFESORADO DE CIENCIAS

Introducción

El componente específico de la formación inicial del profesorado pretende proporcionar a los futuros profesores los conocimientos y las competencias teóricas y prácticas necesarias para el ejercicio de su profesión. Además de los cursos de metodología y psicología impartidos por los formadores del profesorado, también se añaden períodos de prácticas docentes en el aula. Éstas son supervisadas por el profesor responsable de la clase y son evaluadas periódicamente por el personal del centro de formación.

Este capítulo examina las normas o recomendaciones emanadas de las administraciones centrales (o con competencias plenas) relativas a la cualificación y a la experiencia profesional de los responsables del componente específico de la formación inicial del profesorado de ciencias.

La primera sección trata de los formadores de profesores que trabajan en centros que imparten la formación inicial del profesorado e imparten las clases teóricas del componente específico de dicha formación. La segunda sección se centra en las personas que, en los centros escolares, son responsables de la orientación o supervisión de los futuros profesores en las prácticas que realizan durante su formación inicial y/o durante la fase final de prácticas en un centro escolar/de iniciación en la docencia.

En casi todos los países los futuros profesores de ciencias tienen que realizar prácticas en un centro escolar durante su formación inicial y/o durante la fase final de prácticas en un centro. En Grecia, donde las instituciones de formación inicial del profesorado tienen libertad de decisión en esta cuestión, estas prácticas no son obligatorias.

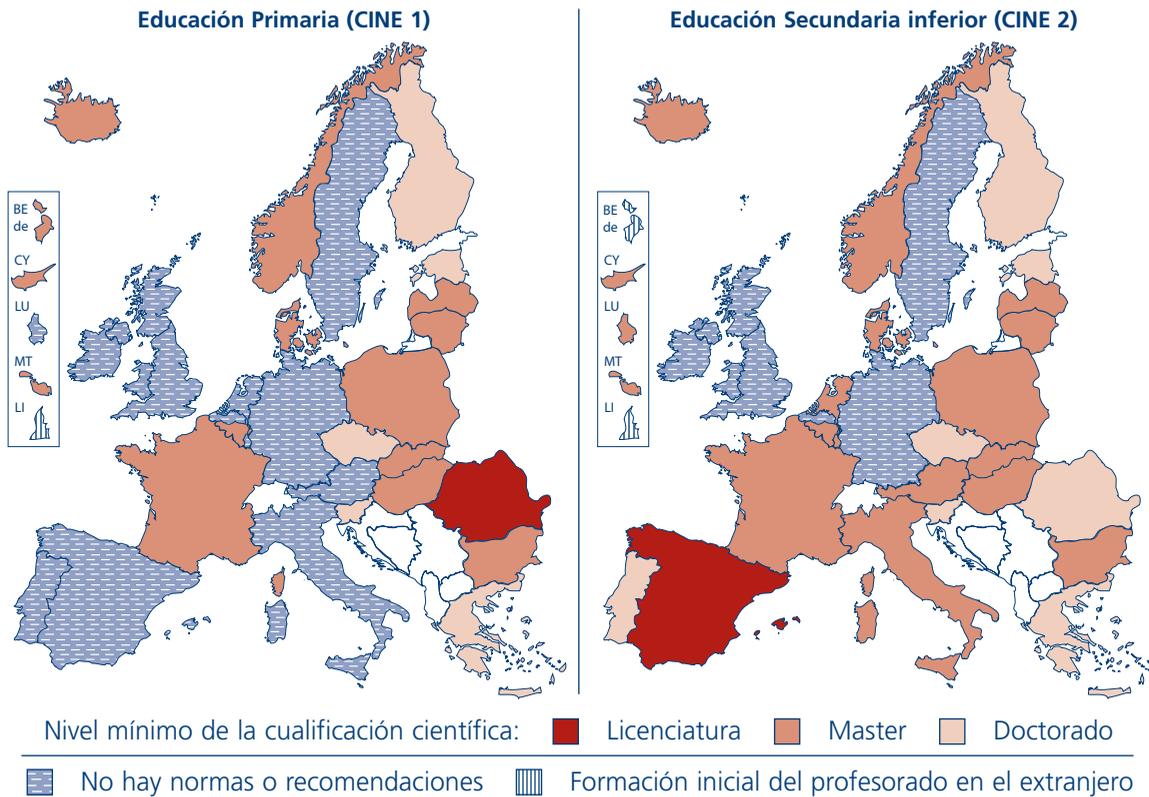
2.1. Formadores que trabajan en centros de formación inicial del profesorado

Niveles de cualificación en ciencias

En aproximadamente 20 sistemas educativos las normas o las recomendaciones establecen el nivel del título de Educación Superior en ciencias que se exige a los formadores responsables del componente específico de la formación del profesorado de ciencias. En la mayoría de los casos se exige un título de nivel *Master*. Sin embargo, se exige un título de grado/licenciatura en ciencias (nivel *Bachelor*) en España (CINE 2) y en Rumania (CINE 1), mientras que los formadores de profesores de Estonia, Grecia, Portugal, Rumania (CINE 2), la República Checa, Eslovenia y Finlandia deben estar en posesión de un doctorado en una materia científica.

En España, Italia, Luxemburgo, los Países Bajos, Austria y Portugal no existen normas relativas a la titulación en ciencias de los que imparten el componente específico de la formación del profesorado de ciencias de Educación Primaria, aunque existen normas en este sentido para los formadores de profesores de ciencias de Secundaria inferior. España exige una licenciatura (título de nivel *Bachelor*); Italia, Luxemburgo, los Países Bajos y Austria exigen un título de nivel *Master*, y Portugal exige un doctorado.

Gráfico 2.1: Nivel mínimo de la cualificación científica exigida a los formadores responsables de la formación específica inicial del profesorado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05.



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Bélgica (BE de): La formación inicial del profesorado de Secundaria se imparte fuera de la Comunidad germanoparlante. La mayoría de los profesores reciben su formación en la Comunidad francesa de Bélgica.

Letonia: Los poseedores de un título de licenciado (*bachelor*) con experiencia suficiente en el área de ciencias o como profesores de ciencias están legalmente capacitados para ocupar puestos como formadores responsables de la formación específica inicial del profesorado de ciencias.

Malta: No hay normas o recomendaciones oficiales. La situación presentada aquí corresponde a la Facultad de Educación de la Universidad de Malta, que es la única institución que ofrece formación inicial a los profesores. La universidad exige que todo el personal docente obtenga un doctorado si no lo ha obtenido todavía.

Portugal: En los Institutos Politécnicos no existen normas ni recomendaciones relativas al nivel mínimo de la titulación en ciencias de los formadores de profesores (de nivel CINE 1). En las universidades se exige un doctorado.

Rumania: En el caso de CINE 1, la información sólo se refiere al personal que trabaja en centros de formación de Secundaria superior (CINE 3). En el caso de CINE 2, se refiere al profesorado de centros de formación del profesorado (CINE 5B) así como de centros superiores de formación del profesorado (CINE 5A).

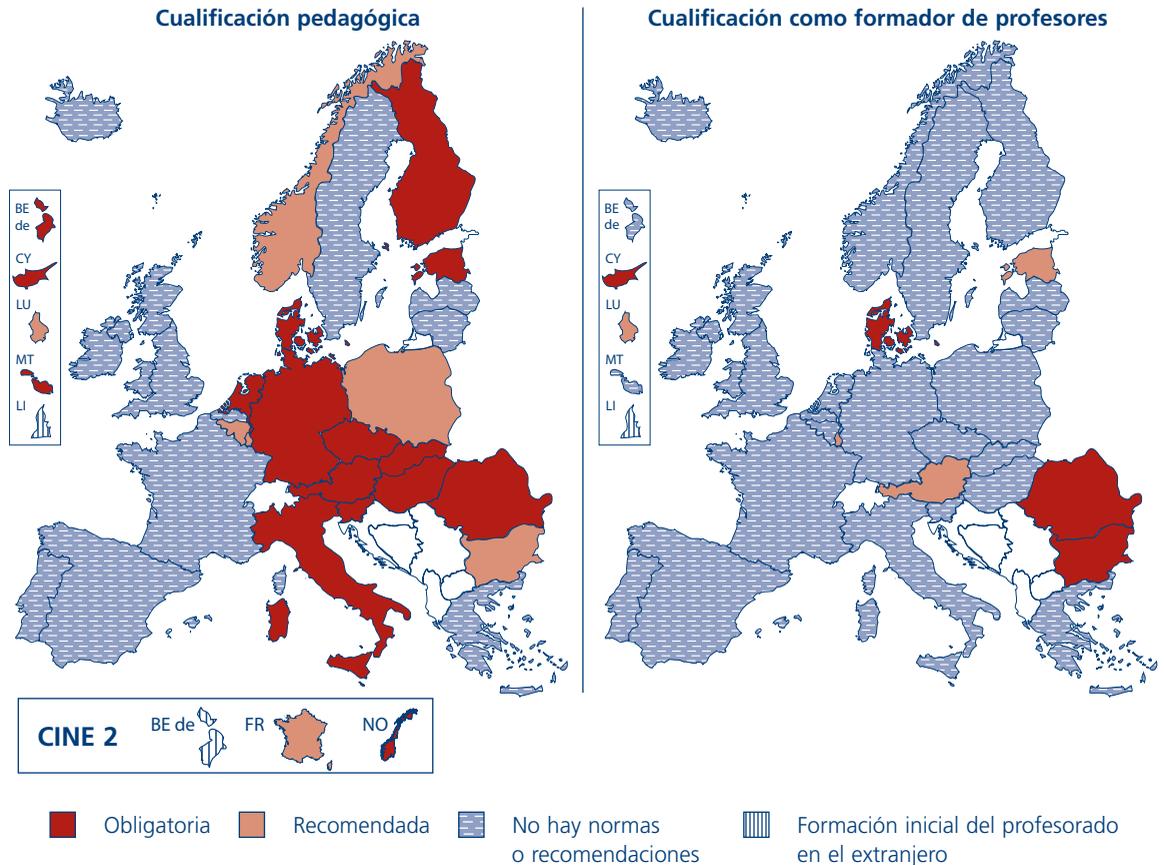
Nota explicativa

Título/titulación: Diploma o certificado expedido por una institución de formación del profesorado y/o por la administración educativa central o con plenas competencias, que reconoce oficialmente los conocimientos y las competencias de su titular.

Cualificación pedagógica

La cualificación pedagógica también es objeto de normas o recomendaciones en la mayoría de los países. En 14 sistemas educativos los encargados del componente específico de la formación del profesorado de ciencias de Primaria deben poseer dicha cualificación, y se recomienda en otros 5.

Gráfico 2.2: Cualificación pedagógica exigida a los responsables de la formación específica inicial del profesorado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05.



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Bélgica (BE de): La formación inicial del profesorado de Secundaria se imparte fuera de la Comunidad germanoparlante. La mayoría de los profesores reciben su formación en la Comunidad francesa de Bélgica.

Letonia: Los formadores de profesores deben realizar cursos de formación permanente en los que amplían sus conocimientos de psicología, didáctica y pedagogía en general. Estos cursos también les ofrecen una oportunidad para desarrollar sus competencias en un área de investigación científica elegida.

Malta: No hay normas o recomendaciones oficiales. La situación presentada aquí corresponde a la Facultad de Educación de la Universidad de Malta, que es la única institución que ofrece formación inicial a los profesores.

Austria: En CINE 2, la situación presentada aquí se refiere a las recomendaciones en materia de cualificación de los formadores del profesorado de la *Hauptschule*. No hay recomendaciones relativas a la cualificación pedagógica de los formadores encargados del componente específico de la formación inicial del profesorado de las *allgemein bildende höhere Schulen*.

Rumania: En el caso de CINE 1, la información sólo se refiere al personal que trabaja en centros de formación de Secundaria superior (CINE 3). En el caso de CINE 2, se refiere al profesorado de centros de formación del profesorado (CINE 5B) así como de centros superiores de formación del profesorado (CINE 5A).

Nota explicativa (Gráfico 2.2)

Cualificación pedagógica: Título, diploma o certificado en materia de educación y enseñanza, expedido por una institución de formación del profesorado y/o por la administración educativa central o con plenas competencias, que reconoce oficialmente los conocimientos y las competencias de su titular.

Cualificación como formador de profesores: Título, diploma o certificado que reconoce a su poseedor los conocimientos y competencias necesarias para formar a profesores. Es expedido por una institución de formación del profesorado y/o por la administración educativa central o con plenas competencias, y reconoce oficialmente los conocimientos y las competencias de su titular.

Contrariamente a lo que se aprecia en el caso de la cualificación científica y pedagógica, sólo un reducido número de países posee normas relativas a la cualificación específica del formador de profesores. Ésta es obligatoria en sólo dos países de Europa central (Bulgaria y Rumania), así como en Dinamarca y Chipre en el caso de los formadores de profesores de Primaria y Secundaria inferior. Otros tres países recomiendan que los formadores del profesorado posean tal cualificación.

En Bélgica (la Comunidad germanoparlante), un decreto de junio de 2005 permite a los profesores de Primaria con, al menos, diez años de experiencia, convertirse en formadores de profesores y trabajar en un centro de Educación Superior no universitaria dentro del sector de las Ciencias de la Educación, donde se forman los profesores de Primaria. Por tanto, el decreto permite a los que no poseen un título universitario obtener un puesto en un centro de Educación Superior. En la Comunidad francesa también es posible que los profesores de Primaria y Secundaria, en determinadas circunstancias, impartan clase en centros de Educación Superior no universitaria. En la República Checa, a partir de enero de 2005, los formadores de profesores deben poseer un doctorado en Ciencias de la Educación.

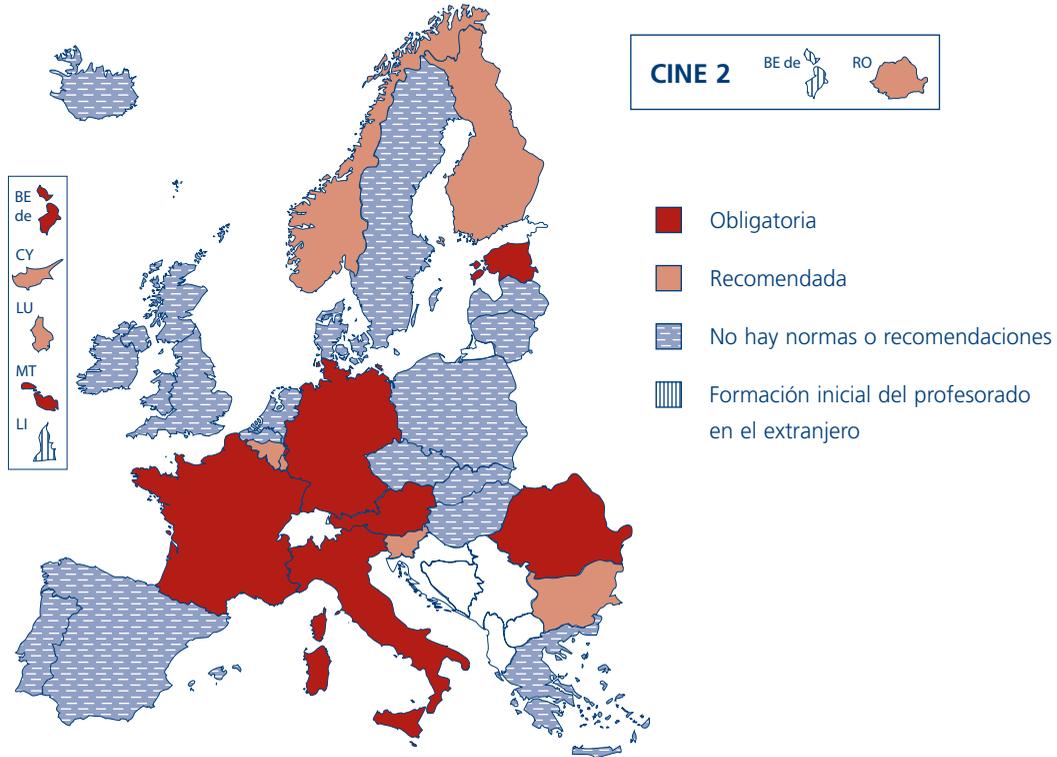
En la República Checa, Estonia y Lituania las normas también afectan a los programas de formación. En estos países, las normas especifican el porcentaje de horas lectivas (República Checa y Estonia) o el número de materias (Lituania) que deben impartir los profesores que poseen un doctorado o que realizan trabajos de investigación.

En países donde los centros de Educación Superior disfrutan de una autonomía considerable y donde existe un número escaso de normas relativas a la cualificación específica de los formadores de profesores, las administraciones educativas centrales o con competencias plenas pueden realizar otro tipo de recomendaciones para garantizar la calidad de la enseñanza. Por ejemplo, en Suecia, una ley alude a la necesidad de disponer de formadores experimentados y con un alto nivel de cualificación. En el Reino Unido (Inglaterra), la obligatoriedad de disponer de suficiente personal cualificado constituye uno de los criterios de acreditación que deben cumplir los centros que ofrecen formación del profesorado.

Experiencia profesional

Aproximadamente 15 países tienen normas que exigen o recomiendan que los formadores tengan experiencia como profesores. A este respecto, existen pocas diferencias entre los formadores del profesorado de Primaria y los que forman al profesorado de Secundaria inferior.

Gráfico 2.3: Experiencia docente exigida a los formadores responsables de la formación específica inicial del profesorado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Bélgica (BE de): La formación inicial del profesorado de Secundaria se imparte fuera de la Comunidad germanoparlante. La mayoría de los profesores reciben su formación en la Comunidad francesa de Bélgica.

Letonia: A los formadores que no posean un título de nivel superior a la licenciatura (*bachelor*) se les exige experiencia como profesores o, más ampliamente, en el área científica.

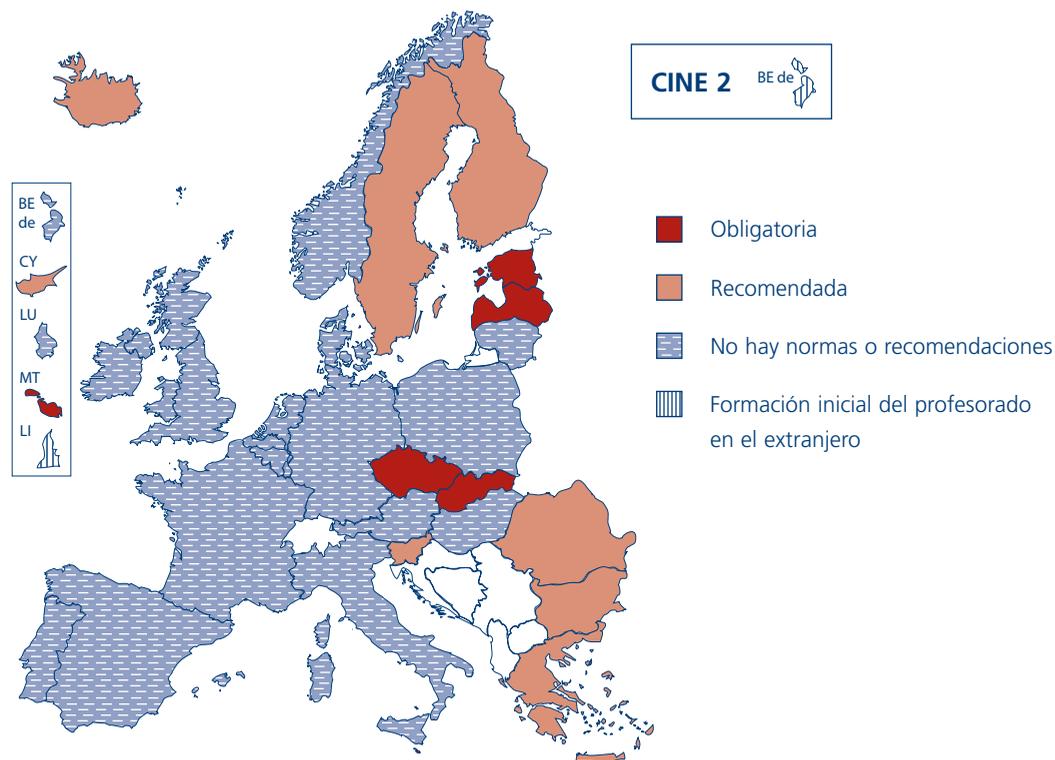
Malta: No hay normas o recomendaciones oficiales. La situación presentada aquí corresponde a la Facultad de Educación de la Universidad de Malta, que es la única institución que ofrece formación inicial a los profesores.

Austria: No hay recomendaciones relativas a la experiencia docente de los formadores que imparten la formación específica inicial del profesorado de las *allgemein bildende höhere Schulen*. En CINE 2, la situación mostrada aquí se refiere a las recomendaciones que afectan a los formadores del profesorado de la *Hauptschule*.

Rumania: En el caso de CINE 1, la información sólo se refiere al personal que trabaja en centros de formación de Secundaria superior (CINE 3). En el caso de CINE 2, se refiere al profesorado de centros de formación del profesorado (CINE 5B) así como de centros superiores de formación del profesorado (CINE 5A).

Menos de la mitad de los países tienen normas relativas a la necesidad de poseer experiencia en investigación educativa. Tal experiencia es obligatoria en cuatro países de Europa central (la República Checa, Estonia, Letonia y Eslovaquia), y en Malta. Además, en algunos países como Polonia y Noruega, se recomienda que los formadores tengan cierta experiencia como autores de libros de texto de ciencias.

Gráfico 2.4: Experiencia en investigación educativa de los formadores responsables del componente específico de la formación inicial del profesorado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Bélgica (BE de): La formación inicial del profesorado de Secundaria se imparte fuera de la Comunidad germanoparlante. La mayoría de los profesores reciben su formación en la Comunidad francesa de Bélgica.

Hungría: La experiencia en investigación educativa es obligatoria según la nueva ley de Educación Superior que entró en vigor el 1 de marzo de 2006.

Malta: No hay normas o recomendaciones oficiales. La situación presentada aquí corresponde a la Facultad de Educación de la Universidad de Malta, que es la única institución que ofrece formación inicial a los profesores.

Rumania: En el caso de CINE 1, la información sólo se refiere al personal que trabaja en centros de formación del profesorado (CINE 5B). No hay normas ni recomendaciones que afecten a los que trabajan en centros de formación de nivel de Secundaria superior (CINE 3) y que forman a algunos profesores de CINE 1. En el caso de CINE 2, la información se refiere al profesorado de centros de formación del profesorado (CINE 5B) así como de centros superiores de formación del profesorado (CINE 5A).

Nota explicativa

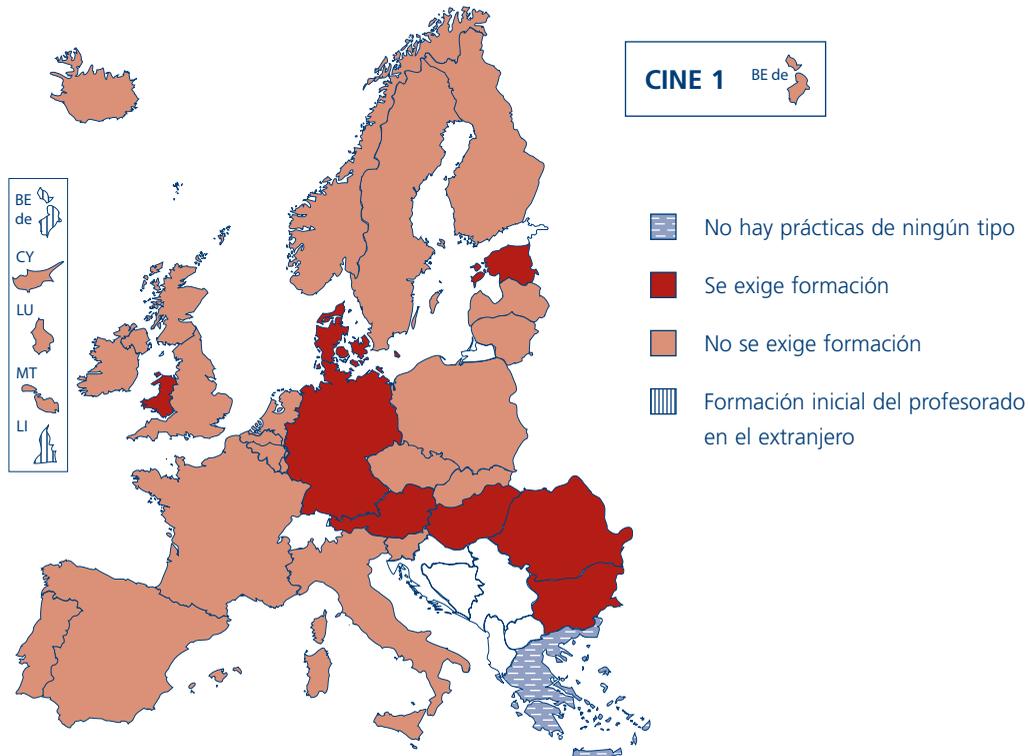
La experiencia en cuestión puede haberse adquirido antes de obtener el puesto de formador o puede adquirirse mientras se ocupa dicho puesto.

Más generalmente, la experiencia y la cualificación del profesorado universitario es actualmente objeto de debate en Estonia. En este país, las instituciones de Educación Superior están elaborando un perfil del profesor que incluya todas las competencias que debe poseer el personal académico, incluyendo el personal responsable del componente específico de la formación inicial del profesorado. En Francia, la ley de 2005 sobre el futuro de los centros escolares establece que se creará un estatuto del formador (*charte des formateurs*). Además, de aquí a 2010 la Comisión Nacional para la evaluación de los centros públicos de carácter científico, cultural y profesional debe llevar a cabo una evaluación de los métodos y resultados de la integración de los *Instituts Universitaires de Formation des Maîtres* (IUFM - Institutos Universitarios de Formación de Maestros) en las universidades. Se espera que esta evaluación repercuta en la cualificación de los encargados de impartir la formación en los IUFM.

2.2. Formadores que trabajan en centros escolares

Esta sección analiza al personal que, en los centros escolares, orienta o apoya a los futuros profesores durante sus períodos de prácticas y/o durante la fase final de prácticas en un centro escolar/de iniciación en la docencia. Su objetivo es señalar las características de estos profesionales e indicar si las normas o recomendaciones les exigen haber recibido algún tipo de formación específica que les permita asumir las tareas de supervisión y apoyo a los futuros profesores.

Gráfico 2.5: Formación exigida al personal encargado de la supervisión y orientación de los futuros profesores de ciencias en los centros que organizan las prácticas (CINE 1 y 2), 2004/05



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Bélgica (BE de): La formación inicial del profesorado de Secundaria se imparte fuera de la Comunidad germanoparlante. La mayoría de los profesores reciben su formación en la Comunidad francesa de Bélgica.

España: La situación depende de cada Comunidad Autónoma. En algunas Comunidades Autónomas, la formación es obligatoria o recomendada, pero en la mayoría no existen normas relativas a esta cuestión.

Austria: La formación exigida a los tutores o al personal de apoyo se regula en cada *Land*. Sin embargo, todos ellos deben recibir una formación.

Reino Unido (WLS): El mapa muestra la situación de la fase final de prácticas en un centro escolar (fase de iniciación en la docencia o *induction year*). En el caso de las prácticas, no existe normativa.

Nota explicativa

La fase final de prácticas en un centro escolar o de iniciación en la docencia, que sólo existe en algunos países, es un período obligatorio de transición entre la formación inicial del profesorado y el pleno ejercicio de la profesión docente. Aquí se considera la fase final de la formación inicial del profesorado. Esta fase de iniciación en la docencia incluye una importante dimensión de apoyo y supervisión, así como de evaluación formal de las competencias pedagógicas. Durante esta fase los profesores aún no han obtenido el título, por lo que se les considera “candidatos” o “profesores en prácticas”. Pasan un período de tiempo considerable en un entorno laboral real (un centro escolar) donde desempeñan, en parte o en su totalidad, las tareas propias de un profesor titulado en ejercicio, y perciben una remuneración por esta actividad.

En todos los países salvo Malta, el trabajo de los futuros profesores durante la fase de prácticas y/o la fase final de prácticas en un centro escolar es supervisado por miembros del personal del centro. En Malta, esta supervisión corre a cargo de miembros de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Malta, donde reciben su formación los futuros maestros. Sin embargo, éstos últimos también reciben apoyo informal de los centros escolares durante sus prácticas.

En la mayoría de los países, los propios profesores se encargan de esta orientación y apoyo. Sin embargo, en algunos países esta labor corresponde al jefe del departamento de ciencias, como en Bélgica (Comunidad flamenca), o al director del centro escolar, como en la República Checa y Eslovaquia.

En otros dos países la situación varía en función del contexto y de la etapa de formación. Así, en Alemania, la labor de tutoría es asumida sólo por el director del centro escolar en el caso de los períodos de prácticas, pero es compartida por el director del centro escolar, el jefe del departamento y un profesor en el caso de la fase final de prácticas o de iniciación en la docencia. En Austria los profesores supervisan a los futuros profesores durante los períodos de prácticas, mientras que durante la fase final de prácticas en un centro, la evaluación final de los futuros profesores de las *allgemein bildende höhere Schulen* es compartida por el profesor encargado de dichos profesores y el director del centro escolar.

En unos pocos países, en su mayoría de la Europa central, se exige que las personas encargadas de la orientación y apoyo a los futuros profesores reciban, a su vez, una formación específica, o se recomienda que reciban dicha formación específica. En Estonia, por ejemplo, los miembros del personal que supervisan a los futuros profesores durante la fase final de prácticas en un centro deben poseer, al menos, cinco años de experiencia y haber realizado un curso universitario especialmente diseñado para los que desempeñan esta función. En Rumania deben recibir una formación permanente especializada en la orientación y supervisión de los profesores en prácticas.

En varios países las decisiones relativas a esta cuestión corresponden a niveles administrativos más descentralizados. Así, en España, la situación depende de cada Comunidad Autónoma: en algunas Comunidades la formación es obligatoria o recomendada, aunque en la mayoría no existen normas sobre esta cuestión. En Suecia los propios directores de los centros escolares deciden si asignan recursos a la formación de tutores o al personal de apoyo.

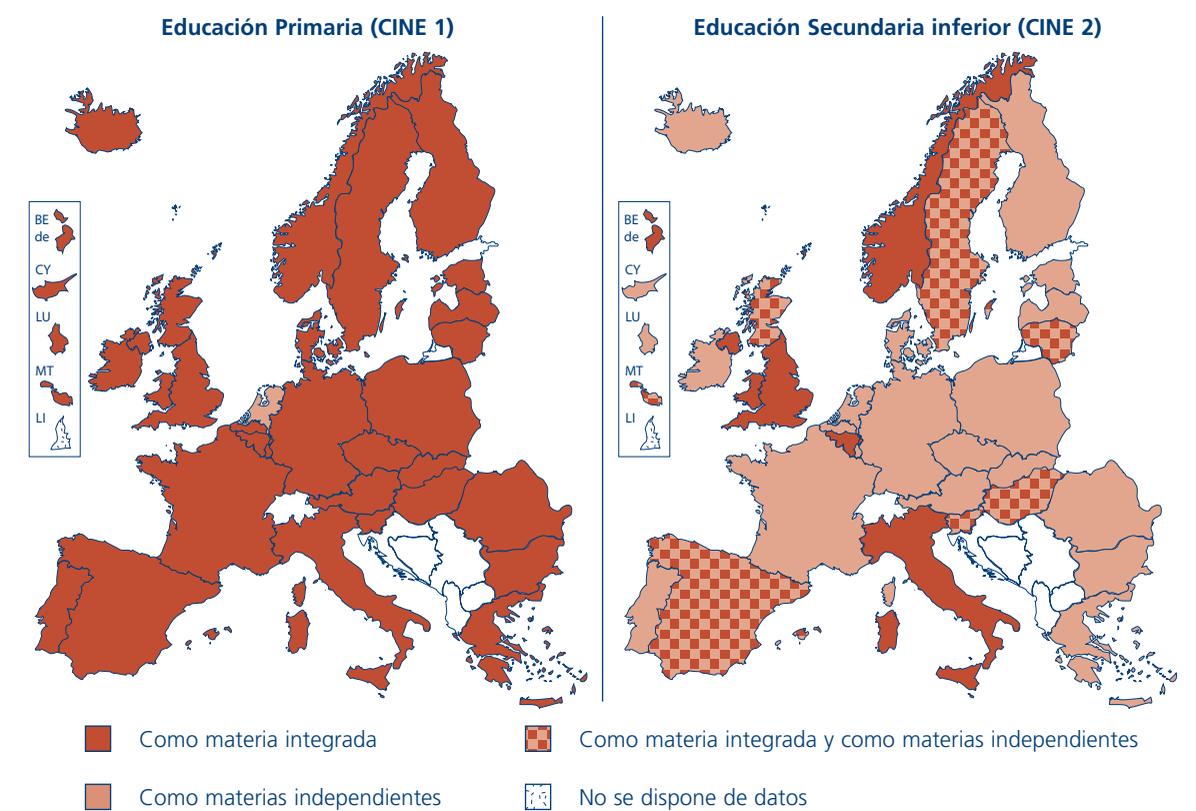
Algunos países mencionan la existencia de medidas locales encaminadas a garantizar que la responsabilidad de la supervisión recaiga sobre personas que posean las competencias y la experiencia adecuadas. Por ejemplo, en Bélgica (Comunidad germanoparlante) e Italia la tarea de supervisión y apoyo suele correr a cargo de profesores cuyo trabajo es apreciado y reconocido por sus colegas y sus superiores. En Francia los inspectores eligen a los profesores encargados de la supervisión de los futuros profesores en función de su excelencia profesional. En Letonia y Eslovaquia, los profesores con más experiencia supervisan a los futuros profesores durante sus períodos de prácticas. En el Reino Unido (Inglaterra, Gales e Irlanda del Norte) y Francia, algunas instituciones de Educación Superior organizan una formación para los profesores que van a supervisar a los futuros profesores.

CAPÍTULO 3

PROGRAMAS ESCOLARES DE CIENCIAS

Este capítulo trata del puesto que ocupa la enseñanza de las ciencias dentro del currículo obligatorio o recomendado para Educación Primaria y Secundaria inferior, junto con los enfoques preconizados y los objetivos perseguidos. Según el grado de precisión de los documentos oficiales relativos a los tipos de actividades que deben ofrecerse y las competencias que deben desarrollar los alumnos, las recomendaciones incluidas en estos documentos pueden tener una gran repercusión en la manera en que los profesores de ciencias organizan su trabajo. Además, en muchos países estos documentos sirven de marco de referencia para la formación inicial de estos profesores, sirviéndoles de guía.

Gráfico 3.1: Organización de la enseñanza de las ciencias según el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05.



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

República Checa: Los datos se basan en los programas de las *Základní školy*. Las *Obecná škola* y *Národní škola* tienen sus propios programas.

Finlandia: A partir de 2006/07, las materias de ciencias se impartirán de forma independiente en los dos últimos cursos de CINE 1.

Luxemburgo: En los *lycées* técnicos de CINE 2, las ciencias se imparten de forma integrada.

Países Bajos: En el nivel CINE 2 se fomenta el enfoque integrado. Los objetivos de la enseñanza, que se aplicarán a partir de 2006, se basan en “el hombre y la naturaleza”, en lugar de la biología, la física y la química. Sin embargo, los centros tienen libertad para ofrecer materias independientes o un enfoque más integrado.

Nota explicativa

Este gráfico muestra si los currículos escolares elaborados por las administraciones educativas centrales (o con competencias plenas) contemplan la enseñanza de las ciencias como materia única integrada, como materias independientes o como una combinación de ambas modalidades. En el nivel CINE 2 sólo se incluye la enseñanza de tipo general.

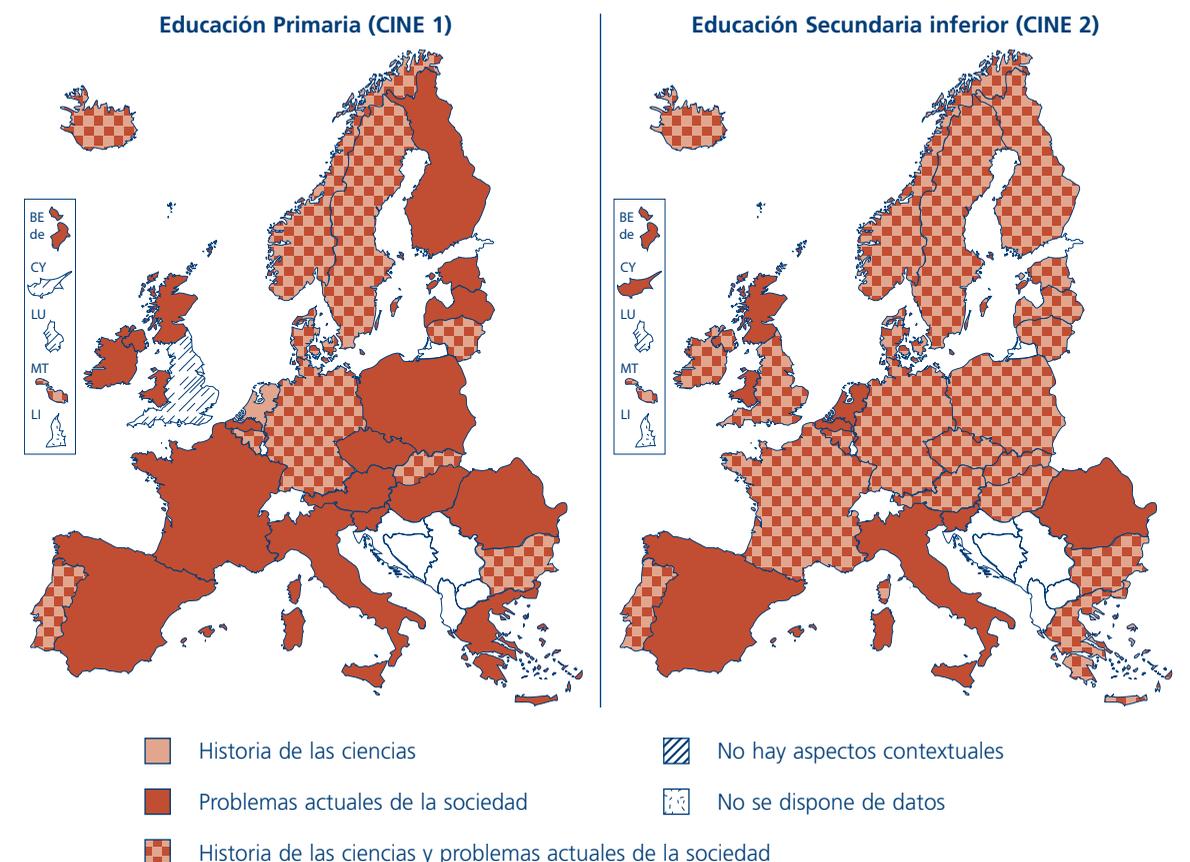
Como indica el gráfico 3.1, las ciencias pueden enseñarse como materias totalmente integradas o, por el contrario, como materias totalmente independientes (como la física, la biología, la química, etc.). Salvo en los Países Bajos, todos los currículos de Educación Primaria incluyen a las ciencias como materia integrada. En Educación Secundaria inferior ocurre lo contrario; en la mayoría de los currículos las ciencias se consideran materias independientes. En algunos países coexisten ambos enfoques en este nivel educativo, como en el caso de España, Lituania, Hungría, Malta, Eslovenia, Suecia y el Reino Unido (Escocia).

La primera sección de este capítulo analiza si los currículos incluyen un enfoque que contemple aspectos contextuales de las ciencias, especialmente la historia de las ciencias y los problemas actuales de la sociedad. La segunda sección trata del contenido de los currículos oficiales, expresados a través de las actividades y de los objetivos obligatorios o recomendados, centrándose en tres aspectos concretos: el trabajo práctico o la experimentación, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), y la comunicación. Finalmente, la última sección ofrece un panorama general de las reformas o debates en curso acerca de los programas escolares de ciencias.

3.1. Aspectos contextuales de la enseñanza de las ciencias

En la mayoría de los países, los currículos de ciencias de Educación Primaria y Secundaria inferior incluyen aspectos contextuales de las ciencias, ya sea a través de su historia, de los problemas actuales de la sociedad o de ambos. En tres sistemas educativos el currículo de CINE 1 no incluye ninguno de estos dos aspectos. Lo mismo ocurre en un país en el nivel de CINE 2.

Gráfico 3.2: Aspectos contextuales de la enseñanza de las ciencias en el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05.



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Bélgica (BE nl): En el nivel CINE 2 los datos sólo se refieren al programa de biología.

República Checa: Los datos se basan en los programas de las *Základní školy*. Las *Obecná škola* y *Národní škola* tienen sus propios programas.

Grecia: En el nivel CINE 2, el gráfico sólo se refiere a la situación del programa de física. El de biología sólo incluye problemas actuales de la sociedad.

Chipre: En el nivel CINE 2, el gráfico sólo refleja la situación del programa de física. El de biología incluye tanto la historia de las ciencias como los problemas actuales de la sociedad.

Letonia: El nuevo currículo de ciencias de CINE 1, que se ha implantado gradualmente desde 2005/06, alude a la historia de las ciencias.

Luxemburgo: Los datos se refieren al currículo del *lycée* general.

Austria: En el caso de CINE 2, se muestra la situación del programa de física de las *allgemein bildende höhere Schulen*. El programa de biología sólo incluye problemas actuales de la sociedad. Los programas de física y biología de las *Hauptschulen* incluyen tanto la historia de las ciencias como los problemas actuales de la sociedad.

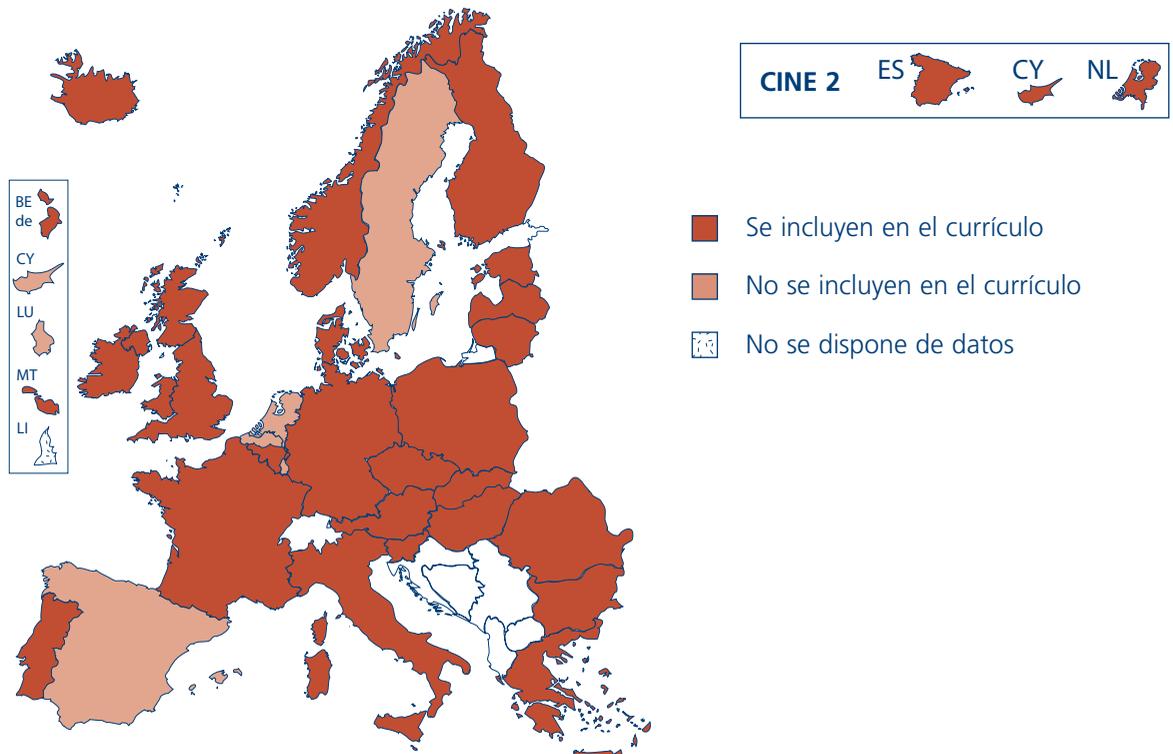
Eslovenia: En el nivel CINE 2, sólo se muestra la situación del programa de la oferta integrada y del programa de física. El programa de biología incluye tanto la historia de las ciencias como los problemas actuales de la sociedad.

Nota explicativa

En el nivel CINE 2 (Educación Secundaria inferior general), se añade una nota complementaria cuando existe diferencia entre la información relativa a la física y a la biología.

El aspecto histórico de las ciencias aparece en cerca de diez currículos de Primaria, cifra que se duplica en Educación Secundaria. Los Países Bajos son el único país donde el currículo de CINE 1 sólo contempla la historia de las ciencias. Los “problemas actuales de la sociedad” se incluyen en la gran mayoría de los programas. Este aspecto se refleja en la inclusión de “discusiones acerca de problemas de la sociedad actual y de la vida cotidiana” en países donde los currículos contienen actividades de aprendizaje.

Gráfico 3.3: Actividades de discusión relacionadas con problemas de la vida cotidiana y de la sociedad en el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias (gráfico 3.3)

Bélgica (BE nl): En el nivel CINE 2 los datos sólo se refieren al programa de biología.

República Checa: Los datos se basan en los programas de las *Základní školy*. Las *Obecná škola* y *Národní škola* tienen sus propios programas.

España: En el nivel CINE 1, los programas mencionan la “participación en discusiones” sin detallar el tipo de actividades que se contemplan.

Luxemburgo: Los datos se refieren al currículo del *lycée* general.

3.2. Los programas escolares de ciencias: actividades y objetivos de aprendizaje

Los currículos de ciencias pueden presentarse de diversas formas. Pueden incluir amplias áreas de conocimientos (conceptos) que deben tratarse, actividades concretas que deben realizar los alumnos y/o objetivos de aprendizaje (las competencias que deben adquirir los alumnos). Evidentemente, puede elaborarse un abanico de actividades de aprendizaje para alcanzar un objetivo específico, y una misma actividad puede ayudar a conseguir varios objetivos.

En todos los sistemas educativos –incluyendo los de países que no poseen un currículo nacional propiamente dicho– existen directrices de las administraciones centrales (o con competencias plenas en materia educativa) que afectan a los programas de ciencias, al menos en parte. Tres países (la Comunidad flamenca de Bélgica, los Países Bajos (CINE 1) y Suecia) no imponen ni recomiendan actividades científicas en el currículo, pero formulan el contenido de la enseñanza de las ciencias en términos de objetivos de enseñanza y de aprendizaje. Luxemburgo, por otra parte, establece las actividades de enseñanza y de aprendizaje en vez de los objetivos. Algunos sistemas educativos incluyen una amplia gama de actividades y objetivos de aprendizaje en sus currículos de ciencias obligatorios o recomendados.

En la página web de Eurydice (www.eurydice.org) se encuentran disponibles los anexos en los que se detallan los objetivos que se deben alcanzar y las actividades científicas obligatorias o recomendadas. Muestran, por países, el abanico de actividades que pueden incluir los programas escolares y las competencias que deben adquirir los alumnos.

Las áreas que se tratan aquí incluyen el conocimiento de los conceptos y de las teorías científicas, el trabajo de laboratorio, la utilización de literatura científica, las discusiones, la utilización de las tecnologías de la información, la realización de proyectos, el trabajo de campo, etc. La interacción entre el contenido de los programas de ciencias (expresado a través de las actividades) y los objetivos que deben alcanzarse deben examinarse con cautela. Evidentemente, la ausencia de actividades obligatorias no significa que no se realicen actividades apropiadas para la consecución de un objetivo establecido. Lo contrario también es verdad; la ausencia de un objetivo explícito no significa que éste no exista, aunque sólo se formule mediante las actividades que deben realizarse. Por poner un ejemplo: la utilización de las tecnologías de la información puede ser una actividad obligatoria (“comunicarse con otros alumnos”), pero la capacidad para utilizar las TIC puede que no esté formulada como un objetivo en sí mismo.

Trabajos prácticos o de experimentación

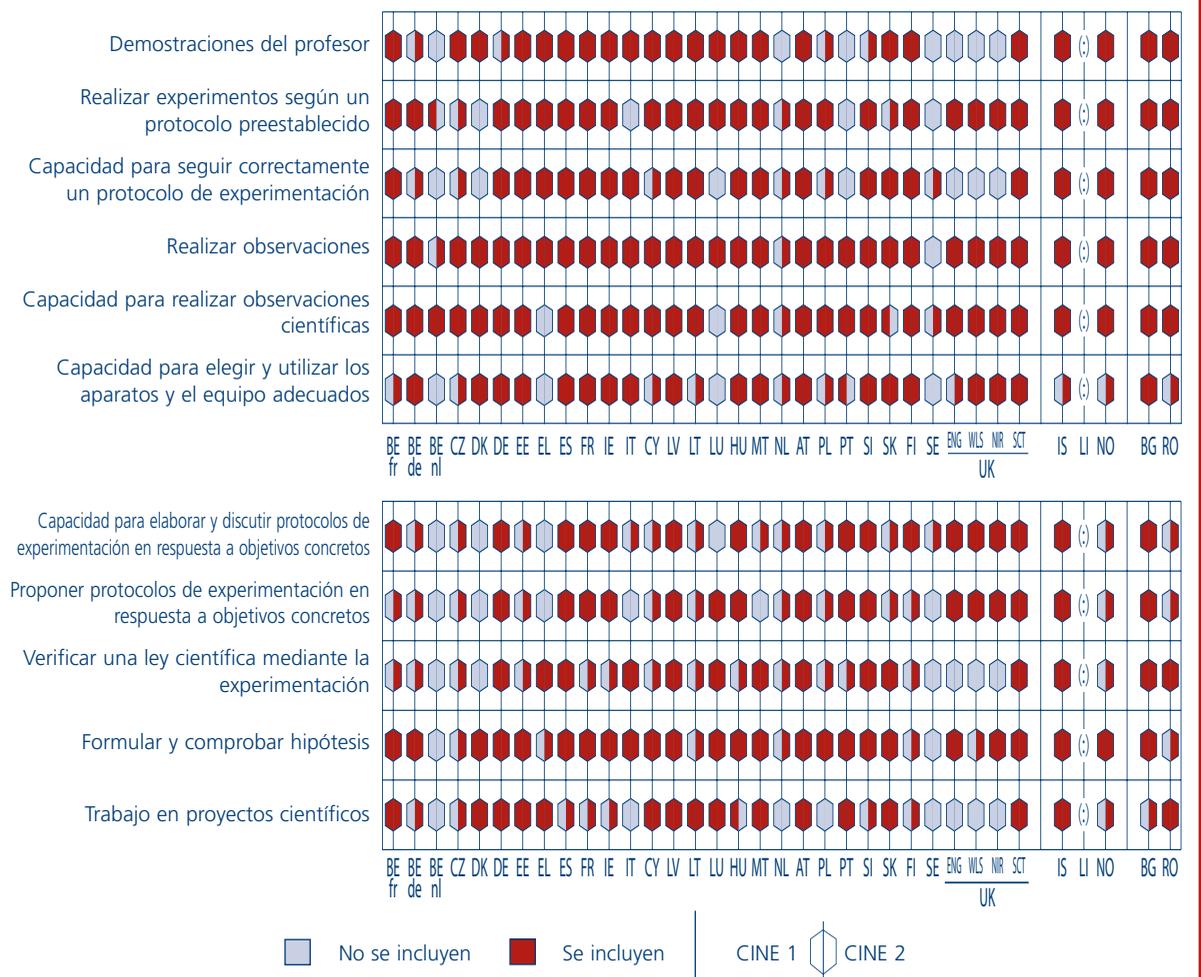
El trabajo experimental y práctico constituye un aspecto muy importante y específico de la enseñanza de las ciencias. Todos los currículos obligatorios o recomendados lo mencionan. “La realización de observaciones” se incluye en todos los programas como un tipo de actividad o como objetivo.

La investigación en didáctica de las ciencias ha prestado gran atención a las competencias cognitivas complejas. Cada vez se concede más importancia al desarrollo de dichas competencias durante la formación científica, ya que muchas operaciones que exigen competencias cognitivas de nivel básico, como la aplicación de fórmulas, pueden ser realizadas por ordenadores (véase el apartado “Estudios sobre

didáctica y formación del profesorado de ciencias”, introducción). En la mayoría de los currículos de ciencias de Educación Secundaria inferior se incluyen actividades que exigen un conjunto de conocimientos complejos y de competencias, así como cierto grado de independencia por parte de los alumnos. En cambio, están menos presentes en los currículos de Primaria, como en el caso de “proponer protocolos de experimentación en respuesta a objetivos concretos/capacidad para proponer y discutir protocolos de experimentación como respuesta a objetivos concretos” y “verificar una ley científica mediante la experimentación”. Esta diferencia entre Primaria y Secundaria inferior también afecta a otras actividades comprensivas que resultan exigentes desde el punto de vista cognitivo, como “formular y comprobar hipótesis” y “trabajo en proyectos científicos”.

Este tipo de diferencias entre los dos niveles educativos también se aprecia en el caso de dos actividades menos complejas: la “capacidad para seguir correctamente un protocolo de experimentación” y la “capacidad para elegir y utilizar los aparatos y el equipo adecuados”.

Gráfico 3.4: Trabajo práctico en el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05.



Fuente: Eurydice.

[Notas complementarias](#)

Bélgica (BE nl): En el nivel CINE 2 los datos sólo se refieren al programa de biología.

República Checa: Los datos se basan en los programas de las *Základní školy*. Las *Obecná škola* y *Národní škola* tienen sus propios programas.

Grecia: El programa de biología de CINE 2 no contempla “verificar una ley científica mediante la experimentación” ni “formular y comprobar hipótesis”.

Notas complementarias (continuación gráfico 3.4)

Chipre: En el caso de los cuatro primeros epígrafes, la información acerca de CINE 2 corresponde al programa de física. El programa de biología menciona los cuatro, salvo “recopilación y presentación de datos y resultados de la experimentación” y la “búsqueda de información en Internet”.

Luxemburgo: Los datos se refieren al currículo del *lycée* general.

Austria: En CINE 2 el programa de biología de las *Hauptschulen* no menciona la “simulación”, y el de física no incluye la “comunicación con otros alumnos”. El programa de biología de las *allgemein bildende höhere Schulen* no menciona ninguno de los epígrafes.

Eslovenia: En CINE 2, la información presentada aquí sólo se refiere al programa de biología. El programa de la oferta integrada contempla todos los epígrafes salvo el último, y el de física incluye todos excepto los dos últimos.

Nota explicativa

En el nivel CINE 2, cuando existen diferencias entre los programas de física y biología, esto se indica en una nota complementaria. Los cuatro primeros epígrafes se consideran actividades de aprendizaje, mientras que el último se considera objetivo de aprendizaje.

La “recopilación y presentación de datos y resultados de la experimentación” y la “simulación” constituyen actividades más propias de las materias científicas. Los dos epígrafes, especialmente la “simulación”, se mencionan con menos frecuencia en los currículos, sobre todo en el nivel CINE 1, donde sólo lo incluyen nueve currículos. La utilización de competencias cognitivas relativamente complejas, así como la necesidad de un buen dominio de las TIC sin duda explican esta diferencia entre los niveles CINE 1 y 2. La investigación en didáctica de las ciencias centrada principalmente en Secundaria superior (véase “Estudios sobre didáctica y formación del profesorado de ciencias”, sección A.4) revela el gran beneficio que supone la organización de este tipo de actividades, ya que favorecen la reflexión teórica y pueden ayudar a los alumnos a relacionar cognitivamente la teoría y la experiencia.

Rumania es el único país donde los programas de Primaria y Secundaria inferior no incluyen ninguna actividad ni objetivo relacionado con la utilización de las nuevas tecnologías. En Bélgica (Comunidad flamenca) y Suecia, debe destacarse que los programas no mencionan ningún ejemplo de actividades de aprendizaje.

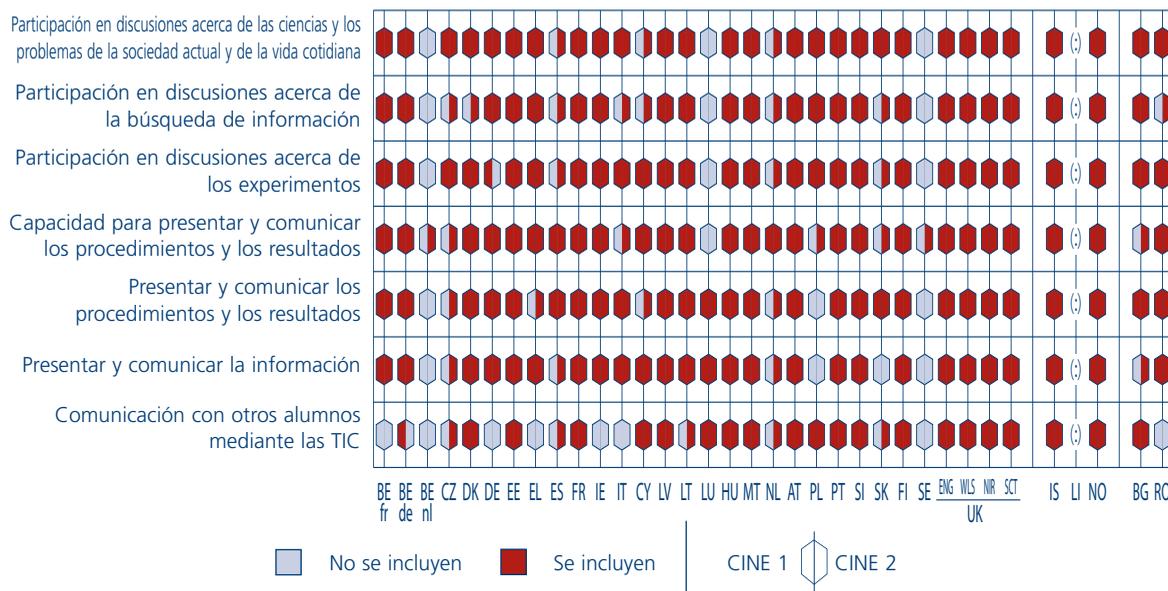
La comunicación en el aprendizaje de las ciencias

Aprender a hablar de ciencia y a comunicar lo que se hace o lo que se ha hecho constituye un aspecto importante de la educación científica que se encuentra muy presente en las distintas áreas del programa escolar de ciencias; parece ser un aspecto al que se concede gran importancia en Europa, al menos en los programas de ciencias obligatorios o recomendados.

Las discusiones científicas pueden adoptar, al menos, tres formas: discusión acerca del papel que desempeña la ciencia en la sociedad y la manera en la que se relaciona con la vida cotidiana, discusión acerca de la búsqueda de información y discusión acerca de los experimentos (gráfico 3.6). Bélgica (Comunidad flamenca) y Suecia no mencionan ningún tipo de actividades de discusión en los currículos obligatorios de CINE 1 ni de CINE 2, mientras que España y los Países Bajos no mencionan las actividades de discusión en el currículo obligatorio de CINE 1.

Cabe destacar que en los demás países siempre se espera que los alumnos de CINE 2 participen en discusiones acerca de los tres aspectos del trabajo científico (salvo en Alemania), mientras que existen diferencias evidentes en relación con el nivel CINE 1. En casi todos los países (29 sistemas educativos) los alumnos de Primaria discuten el papel de la ciencia en relación con la sociedad actual y la vida cotidiana. A esto suelen añadirse discusiones acerca de la búsqueda de información (24 sistemas educativos). La asociación entre la búsqueda de información (las competencias relacionadas con el tratamiento de los datos, que implican cierta comprensión de las distintas fuentes y de la calidad de la información) y la discusión acerca de cuestiones sociales más amplias tiene una presencia importante en Educación Primaria.

Gráfico 3.6: Papel que desempeña la comunicación en el aprendizaje de las ciencias en el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05.



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Bélgica (BE nl): En el nivel CINE 2 los datos sólo se refieren al programa de biología.

República Checa: Los datos se basan en los programas de las *Základní školy*. Las *Obecná škola* y *Národní škola* tienen sus propios programas.

España: En CINE 1 los programas mencionan actividades que implican la “participación en discusiones”, la “utilización de literatura científica” y la “utilización de las TIC”, sin especificar el tipo de actividades que contemplan.

Chipre: En CINE 2 el programa de biología no contempla la “participación en discusiones acerca de los experimentos” ni “presentar y comunicar los procedimientos y los resultados”.

Luxemburgo: Los datos se refieren al currículo del *lycée* general.

Austria: En CINE 2 el programa de física no contempla la “presentación y comunicación de la información”. Los programas de física y biología de las *Hauptschulen* no mencionan la “participación en discusiones acerca de la búsqueda de información” y el programa de biología de las *allgemein bildende höhere Schulen* no menciona la “comunicación con otros alumnos mediante las TIC”.

Nota explicativa

En el nivel CINE 2, cuando existen diferencias entre los programas de física y biología, esto se indica en una nota complementaria.

La “capacidad para presentar y comunicar los procedimientos y los resultados” constituye un objetivo de aprendizaje obligatorio o recomendado del currículo, mientras que “presentar y comunicar los procedimientos y los resultados” se considera una actividad.

En efecto, el papel de la ciencia en la vida cotidiana puede dar lugar a discusiones acerca de la “percepción de las ciencias basada en el sentido común”, permitiendo a los profesores establecer el nivel de comprensión que tienen sus alumnos y, por consiguiente, las actividades de aprendizaje más adecuadas (véase el gráfico 1.2a y “Estudios sobre didáctica y formación del profesorado de ciencias”).

Las discusiones acerca de los experimentos científicos también están muy presentes en los currículos obligatorios o recomendados de Primaria (el sistema educativo de Chipre es el único que contempla únicamente este tipo de discusión).

Un análisis de las competencias relacionadas con el tratamiento de los datos y, más concretamente, con la utilización de literatura científica (véase el anexo disponible en la página web de Eurydice www.eurydice.org,

que presenta información detallada sobre estas actividades), subraya la importancia que se concede a la presentación y la comunicación de la información. Cuando los sistemas educativos contemplan una o varias actividades de este tipo en los programas obligatorios o recomendados, siempre se incluye la presentación y la comunicación de la información, a excepción de Eslovaquia en el nivel CINE 1. Debido a que, en general, los programas de Secundaria inferior tienden a incluir un mayor número de actividades, esta situación resulta más evidente en Primaria. Mientras que en menos de la mitad de los currículos obligatorios o recomendados se incluyen las demás actividades, la presentación y la comunicación de la información se incluye en 26 sistemas educativos. Además, es la única actividad relacionada con la utilización de literatura científica que se contempla en CINE 1 en Irlanda, Italia, Malta, Finlandia, Noruega y Rumania.

Aprender a presentar y comunicar los procedimientos y los resultados constituye otro aspecto de la formación científica. Forma parte del grupo de actividades prácticas presentadas en el gráfico 3.4: los procedimientos y los resultados que aquí se indican forman parte del trabajo de experimentación o investigación científica. Todos los sistemas educativos, sin excepciones, incluyen este aspecto en Educación Secundaria inferior. En Primaria, sólo siete sistemas educativos no lo incluyen.

3.3. Debates y reformas

Actualmente los programas escolares de ciencias son objeto de debate y reforma en la gran mayoría de los países europeos. La discusión se centra en una amplia gama de cuestiones (enfoques metodológicos, número de horas lectivas, etc.) y en algunos países está asociada a una reforma global del currículo.

Las reformas relacionadas con el contenido curricular a menudo implican necesariamente cambios en otras áreas, como la evaluación de los alumnos (sección 4.4) y, en una etapa previa, la formación del profesorado. Por ejemplo, en Irlanda (en 2003) se implantaron los programas renovados, acompañados de un amplio programa de formación permanente del profesorado. Los profesores de Primaria, cuya formación científica solía ser limitada, han podido participar en cursos que les han ayudado a satisfacer las nuevas exigencias del currículo, que concede gran importancia a las ciencias. En el caso del profesorado de Secundaria, la formación se centra más en los enfoques metodológicos. En Portugal, con el fin de ayudar a los profesores a poner en práctica el nuevo currículo, en 2006/07 se ha implantado un programa de formación permanente del profesorado de ciencias en todos los centros de Primaria para mejorar la enseñanza del trabajo de experimentación científica. Sin embargo, esta sección sólo trata del contenido de las reformas y debates relacionados con los currículos durante el año académico 2004/05.

Varios países abordan una amplia reforma de todos los currículos. En Bélgica (la Comunidad germanoparlante) y Lituania, la descripción de las competencias clave ha dado lugar a un proceso de revisión curricular que terminará en 2007. Aunque las reformas en Letonia afectan a todas las materias del currículo, se centran básicamente en las ciencias sociales y en las materias científicas. El objetivo general es crear un currículo estructurado sobre la base de las competencias, y no sobre una serie de hechos que se deben memorizar. En 2004 Alemania implantó niveles de referencia para algunas materias de Primaria y Secundaria, incluyendo la física, la química y la biología de CINE 2. Como consecuencia de ello, los currículos están sufriendo cambios radicales. En Noruega, la reforma de 2004 para la promoción del conocimiento (*Kunnskapsløftet*) contempla la implantación de un nuevo currículo a partir de 2006. Este último es menos detallado e incluye objetivos claros que especifican el nivel de competencias que deben alcanzar los alumnos en cada nivel educativo.

También en Estonia todos los currículos escolares se encuentran en fase de modificación. Diversos aspectos de la enseñanza de las ciencias constituyen el objeto de los debates, incluyendo sus contenidos, las competencias que deben adquirirse, la metodología y, especialmente, el papel del profesor y del alumno en el proceso de aprendizaje. En el Reino Unido (Escocia), en 2004, comenzó una profunda reforma de todo el currículo, cuya versión renovada se pondrá a prueba el curso académico 2006/07.

Las actuales reformas de Bulgaria que conciernen concretamente a las ciencias tienen que ver con el contenido de la oferta (el currículo y los libros de texto) de Primaria y del primer año de la Educación Secundaria inferior. En Polonia, el debate acerca del currículo, que sólo se centra en las ciencias, seguramente dará lugar a una reforma en esta área.

En algunos países la organización de las ciencias y el lugar que ocupan en los programas constituye el centro del debate. Así, en Letonia y Finlandia, las reformas conciernen al número de horas lectivas dedicadas a las ciencias. Además, en este último país, las materias de ciencias se enseñarán como materias independientes en los dos últimos años de Primaria a partir de 2006/07. En Malta, el debate gira en torno a la manera en que deben ofrecerse las ciencias en Educación Secundaria inferior. ¿Deben enseñarse como materia integrada o como materias independientes? En el segundo caso, ¿Deben ofrecerse dos o tres materias? En Portugal la reforma de los currículos de Primaria y Secundaria inferior conlleva una revisión de los programas actualmente vigentes.

Las reformas también tienen que ver con la metodología. En Francia, los nuevos enfoques adoptados a comienzos de 2005 en el primer año de la Educación Secundaria afectan a los programas de ciencias de la vida y de la tierra, de física y de química, y se aplicarán gradualmente a toda la oferta de CINE 2. Pretenden introducir un elemento de investigación práctica ya presente en los programas de Primaria bajo el epígrafe *“la main à la pâte”* (“con las manos en la masa”) y permitir que los alumnos participen en la construcción de sus conocimientos. Además, los nuevos programas invitan a la adopción de un enfoque multidisciplinario, ya que ciertos temas como la salud o el medio ambiente sostenible, que abarcan varias materias, se estudian a lo largo de la Educación Secundaria inferior. En los Países Bajos, las comisiones encargadas de la revisión de los currículos basan su actividad en una concepción de la enseñanza de las ciencias en la que los profesores deben tomar como punto de partida los conceptos y el razonamiento basados en el sentido común que tienen los alumnos, y a partir de ahí desarrollar una comprensión más exacta y científica de los fenómenos científicos.

En Grecia, Lituania y Letonia se están desarrollando nuevos materiales para apoyar la enseñanza de las ciencias. Actualmente, en Chipre, el debate está relacionado con la reducción de contenidos del programa, que resulta excesivo en comparación con el número de horas lectivas que se les asigna.

Los programas de ciencias son objeto de reformas o debates en muchos países. Estas reformas tienen que ver con cuestiones tan diversas como la organización, los contenidos y la metodología. Cuando están relacionadas con el currículo escolar en su conjunto, contemplan la introducción de niveles de referencia, por ejemplo, en forma de competencias claves, y también pueden ampliar la autonomía de los centros para establecer el currículo. Las reformas de este tipo suelen estar acompañadas de la introducción o el refuerzo de la evaluación externa de los alumnos mediante pruebas encaminadas a medir sus competencias y conocimientos respecto de los niveles de referencia establecidos (véase el capítulo 4).

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN NORMALIZADA DEL ALUMNADO

La evaluación del alumnado puede adoptar diversas formas (por ejemplo, exámenes escritos, orales, informatizados o pruebas prácticas) y puede cumplir funciones distintas. La *evaluación formativa* forma parte integral del proceso diario de enseñanza y aprendizaje. Se centra más concretamente en la reacción cotidiana del profesor frente a los alumnos (y viceversa) y utiliza dicha reacción para alcanzar su objetivo principal: la optimación del aprendizaje de los alumnos. Suele distinguirse de la *evaluación final*, que pretende medir lo que los alumnos conocen, comprenden y son capaces de hacer, es decir, medir su nivel de aprovechamiento. Aunque los resultados de la evaluación final también pueden servir para promover el aprendizaje, su función principal es confirmar que se domina lo aprendido. Los resultados de esta evaluación pueden utilizarse, por ejemplo, para determinar si un alumno ha alcanzado un nivel suficiente para pasar al curso o etapa siguiente. Cuando corre a cargo de un organismo nacional o regional en forma de tests o exámenes normalizados, la evaluación final a veces da lugar a una certificación formal. La evaluación final, ya sea certificativa o no, también es utilizada por los responsables políticos como indicador de la eficacia de un sistema educativo y, en su caso, sugerir los cambios que se consideren necesarios. La llamada *evaluación continua* alude al hecho de que la evaluación se realiza periódicamente a lo largo de un curso escolar. Cuando el curso se organiza en módulos, la evaluación puede tener lugar al final de cada módulo (evaluación final) o tener carácter continuo. La evaluación continua puede ser utilizada como evaluación formativa o final.

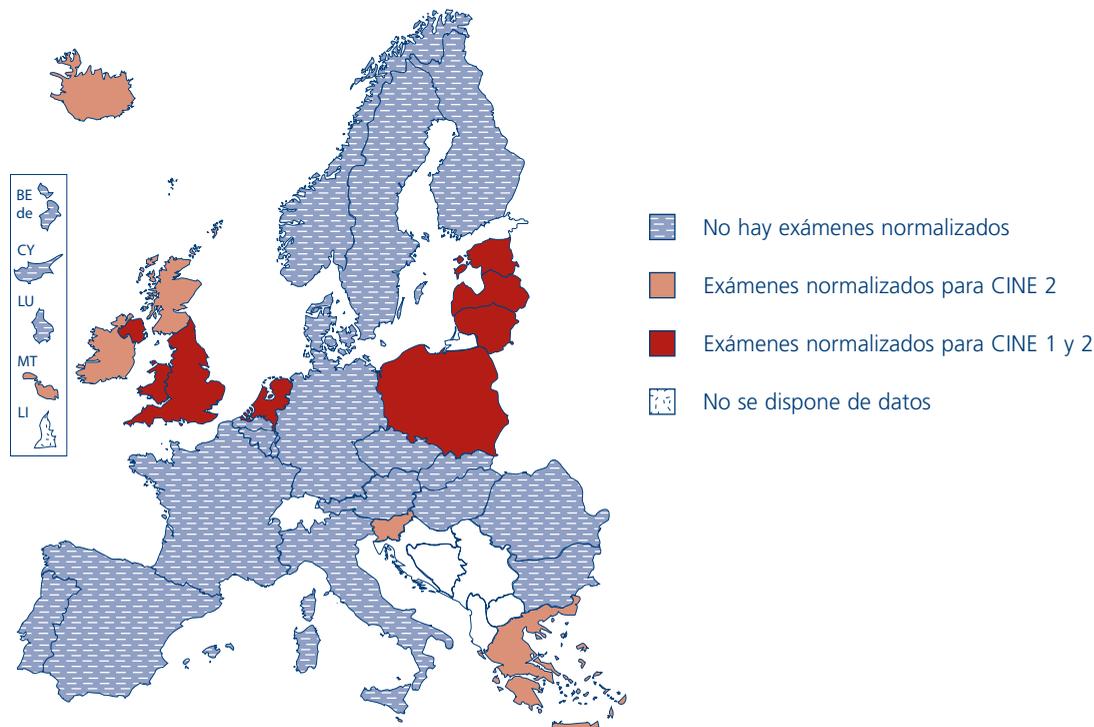
La evaluación, sea cual sea la forma que adopte, está estrechamente relacionada con el currículo y los procesos de enseñanza y aprendizaje. Las interacciones entre estos aspectos de la escolarización son complejas a la vez que dignas de mención. La experiencia ha demostrado que la reforma de los currículos escolares de ciencias exige un sistema de evaluación compatible y coherente si se pretende alcanzar los objetivos de la reforma. Los profesores de ciencias, al igual que sus colegas responsables de otras materias, son verdaderamente conscientes de que los conocimientos y competencias que sus alumnos deben demostrar en los exámenes normalizados ejercen una gran influencia en el contenido de su enseñanza y en la manera de enseñar. También influyen en la actitud de los alumnos hacia el aprendizaje y, más concretamente, hacia lo que para ellos significa aprender ciencias en la escuela. Por este motivo, los exámenes o tests normalizados pueden servir de freno para una reforma curricular o pedagógica o ser un factor de cambio. Es, pues, importante describir los conocimientos y competencias evaluados por los exámenes o tests normalizados cuya finalidad es la evaluación y/o la certificación. Sin embargo, también es importante subrayar que la ausencia de un sistema de evaluación normalizado en cualquier nivel educativo no implica que a los alumnos no se les enseñen todas o algunas competencias asociadas a este tipo de exámenes. Se puede afirmar, por ejemplo, que todos los programas escolares de enseñanza de ciencias exigen que los alumnos adquieran y demuestren unos conocimientos acerca de los conceptos, leyes y teorías científicas (véase el capítulo 3). El contenido concreto que deben aprender varía de un país a otro, así como la importancia que se concede a ciertos objetivos asociados al aprendizaje de las ciencias en la escuela, como la capacidad para presentar resultados o resumir datos.

4.1. Exámenes y tests normalizados de ciencias

En la mayoría de los países, en CINE 1 o CINE 2 no existe evaluación normalizada del alumnado de ciencias, ya se consideren éstas materias integradas y/o independientes (física y/o biología). En los países donde existen exámenes normalizados, éstos suelen ser algo más habituales en CINE 2 (gráfico 4.1). Ningún país dispone de una evaluación normalizada sólo en CINE 1, y seis países disponen de evaluación normalizada sólo en CINE 2. Ocho sistemas educativos organizan la evaluación normalizada del alumnado en ambos niveles educativos.

Otros países también se plantean la implantación de evaluaciones normalizadas de ciencias. En la sección 4.4 se muestra un panorama general de los actuales debates y reformas. Por ejemplo, en Alemania, todos los *Länder* están elaborando evaluaciones normalizadas de física y biología. Baden-Württemberg, Baviera y Renania del Norte-Westfalia han anunciado la implantación de estos exámenes. De forma similar, la Dirección para la Evaluación y la Prospectiva (DEP) del Ministerio de Educación francés está a punto de implantar una evaluación normalizada de las ciencias al final de CINE 1 y 2 que, a partir de 2007, tendrá lugar periódicamente (aproximadamente cada cinco años).

Gráfico 4.1: Exámenes y test nacionales normalizados de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Dinamarca: A partir de 2007 las materias de ciencias serán evaluadas al final de la escolaridad obligatoria.

Alemania: Las evaluaciones normalizadas de física y biología (CINE 1 y 2) son elaboradas por el *Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen* (Instituto para el desarrollo de la calidad en la educación).

Francia: A partir de 2007 se organizarán, de forma regular, evaluaciones normalizadas de ciencias al término de CINE 1 y 2.

Letonia, Países Bajos y Polonia: No hay exámenes normalizados de materias científicas propiamente dichas en CINE 1, aunque las materias científicas forman parte del programa nacional de evaluación.

Países Bajos: Sólo los alumnos de Educación Secundaria preprofesional (VMBO) se presentan a exámenes normalizados al término de CINE 2.

Portugal: La evaluación nacional de CINE 2 se ampliará próximamente para incluir materias científicas.

Eslovenia: Desde 2005/06, los exámenes nacionales no son obligatorios al término del segundo ciclo, y se han suprimido al término del primer ciclo.

Nota explicativa

Los "exámenes/tests normalizados" son exámenes (o parte de exámenes) nacionales elaborados por la administración educativa central o con competencias plenas en materia educativa, cuya finalidad es la certificación o la evaluación del alumnado.

En los ocho sistemas educativos donde existe la evaluación normalizada del alumnado de CINE 1, ésta tiene como finalidad la evaluación del progreso del alumnado más que la certificación. La certificación al término de CINE 1 está muy poco extendida en los sistemas educativos europeos.

Cuando la evaluación tiene lugar en CINE 2, la certificación desempeña un papel más importante. La certificación constituye la finalidad de la evaluación normalizada del alumnado de este nivel educativo en cinco países. En otros cuatro, la finalidad de la evaluación normalizada de CINE 2 es simplemente la evaluación. En otros seis países, el propósito de la evaluación normalizada del alumnado de CINE 2 es tanto la evaluación como la certificación. Sin embargo, debe mencionarse que en Malta, la evaluación normalizada del alumnado de CINE 2 tiene dos modalidades. Los exámenes anuales tienen como finalidad la evaluación, mientras que el Examen de Certificado de Educación Secundaria tiene como fin la certificación. En Eslovenia se han suprimido los exámenes nacionales al término del primer ciclo y ya no son obligatorios al final del Segundo ciclo.

4.2. Tipos de competencias y conocimientos evaluados

Los tests y los exámenes escolares de ciencias evalúan diversas competencias. En todos los casos, estos tests y exámenes exigen que los alumnos memoricen conceptos científicos importantes como las leyes de Newton sobre el movimiento o las nociones básicas relativas a la fotosíntesis. Los alumnos también pueden ser examinados acerca del grado de comprensión de estos conceptos y su capacidad para aplicarlos en contextos familiares o no. Sin embargo, las ciencias también son una materia práctica y los programas escolares de ciencias subrayan la importancia de adquirir una serie de competencias científicas prácticas, aunque su importancia varía de un país a otro. Estas competencias prácticas se ven ampliadas por otras competencias como la capacidad para procesar y presentar datos, razonar de manera científica y formular un problema en términos científicos (véase el capítulo 3). Todas las competencias evaluadas por los exámenes normalizados de ciencias pueden asociarse con una de las siguientes categorías:

- capacidad para conocer y aplicar los conceptos y las teorías científicas;
- competencias prácticas como la capacidad para elegir los aparatos y el equipo adecuados;
- competencias relacionadas con el tratamiento de la información, como la capacidad para resumir y presentar datos y resultados;
- competencias relacionadas con el razonamiento científico, como la capacidad para formular hipótesis científicas.

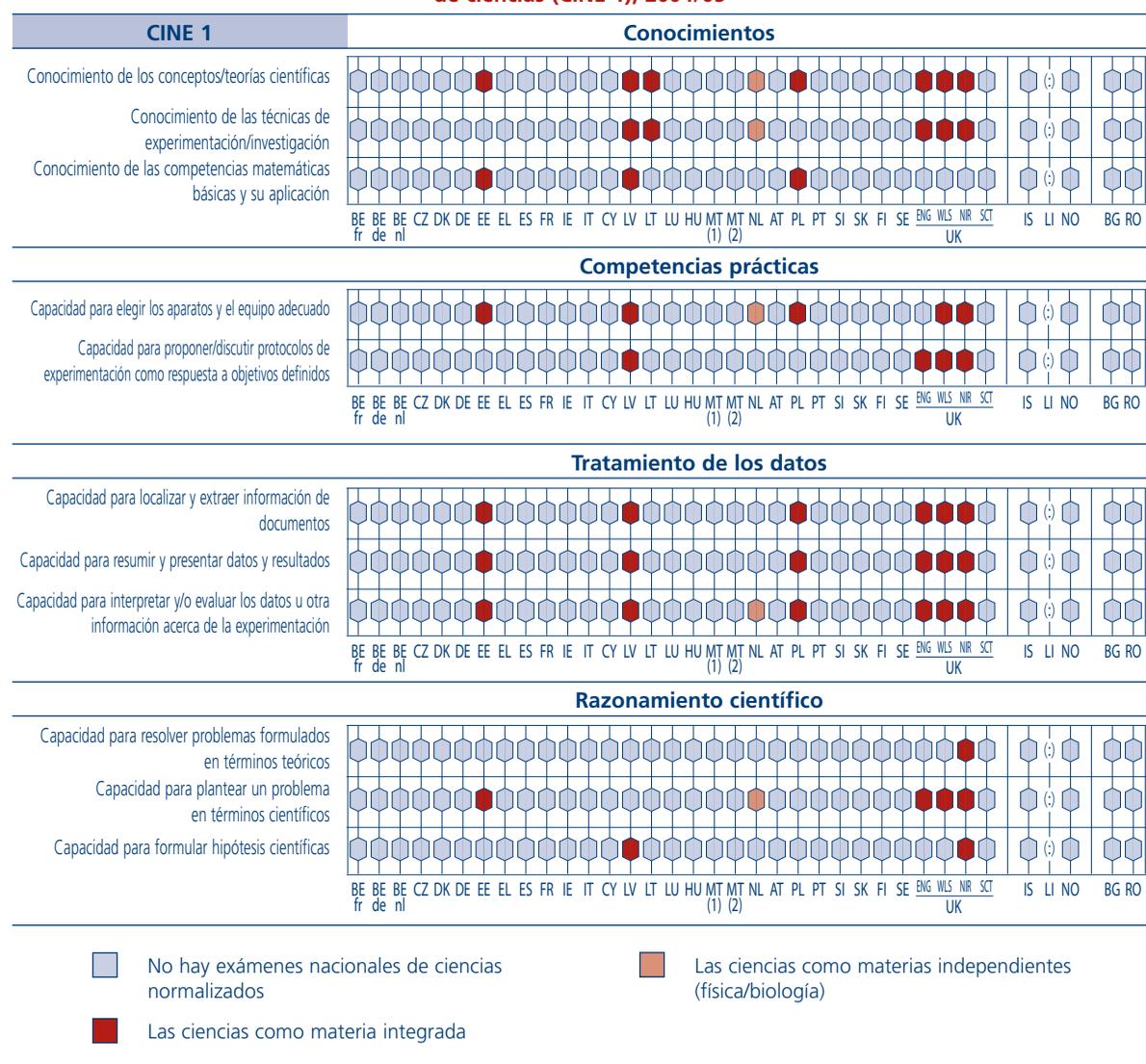
Estas competencias pueden ser sometidas a examen de diversas maneras. Los profesores pueden examinar regularmente a los alumnos mediante preguntas orales, como parte del proceso cotidiano de enseñanza y aprendizaje en el aula de ciencias o en el laboratorio. Los exámenes normalizados que tienen como finalidad la evaluación y/o la certificación suelen examinar muchas competencias mediante pruebas escritas, aunque en los Países Bajos se ha llevado a cabo una experiencia piloto utilizando exámenes por ordenador, que serán utilizados para los exámenes nacionales de física a partir de 2007.

Aunque ciertas competencias estrechamente ligadas a la ciencia práctica pueden ser evaluadas mediante exámenes escritos o por ordenador, por ejemplo, la capacidad para formular y/o comprobar una hipótesis científica basándose en los datos proporcionados, muchas competencias prácticas no pueden ser objeto de este tipo de exámenes. Exigen otro tipo de pruebas basadas en observaciones estructuradas del trabajo de los alumnos por parte del profesor, exámenes prácticos formales o proyectos científicos. Sin embargo, estas dos últimas modalidades de examen son más difíciles de organizar y de administrar

que los exámenes escritos normalizados, especialmente si se trata de exámenes a gran escala. También son más caros y exigen distintos procedimientos para determinar su fiabilidad y validez ⁽¹⁾.

También conviene recordar que un examen de la capacidad de un alumno para formular un problema en términos científicos no nos dice nada acerca del tipo de problema en cuestión. De la misma manera, la capacidad para elegir los aparatos y equipo adecuado no proporciona información sobre los aparatos o equipos entre los cuales el alumno debe realizar su elección. Se ha investigado aquí el tipo de conocimientos y competencias que son evaluadas, y no los contenidos de los exámenes de ciencias.

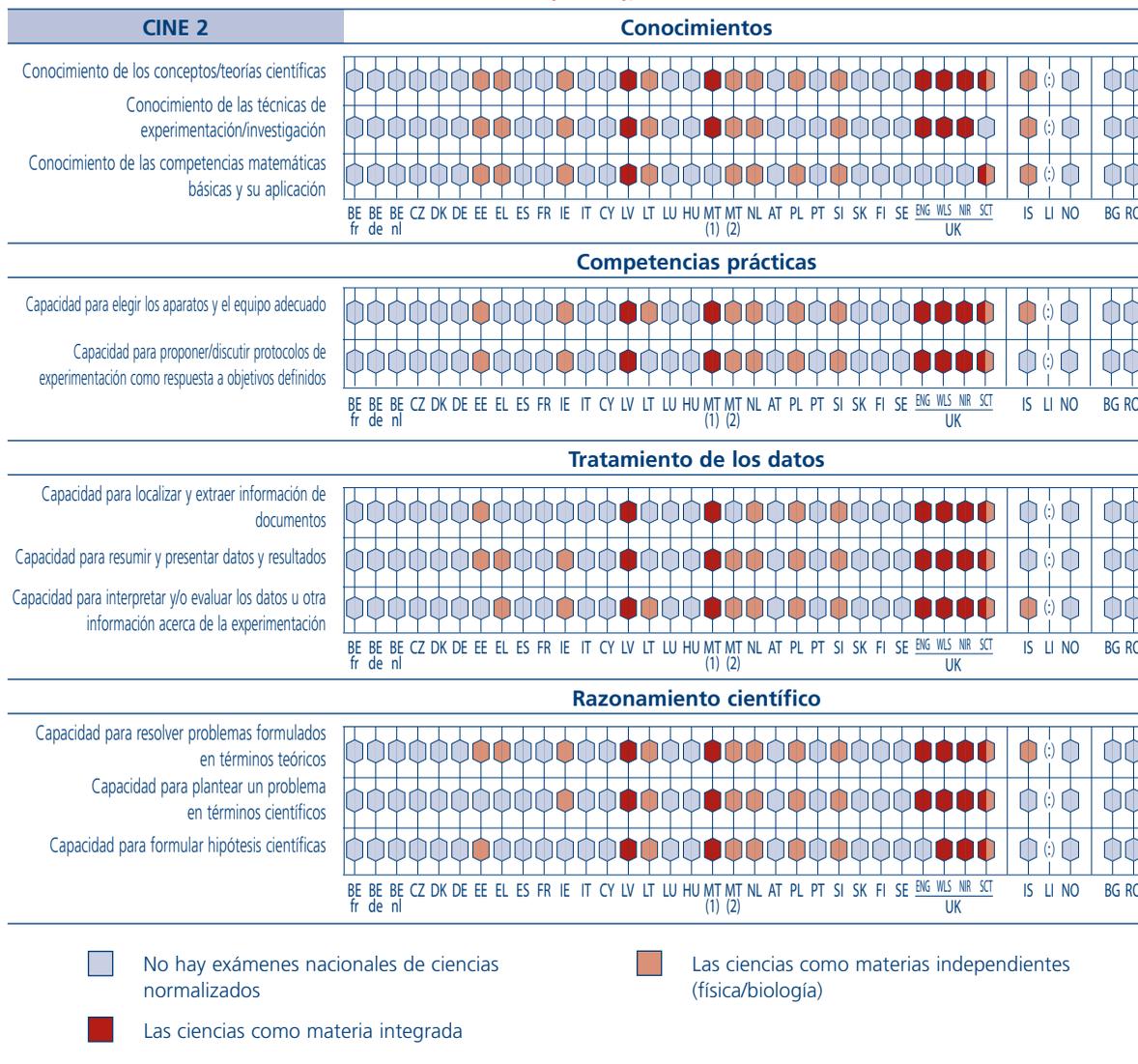
Gráfico 4.2a: Tipos de competencias evaluadas por los exámenes y test nacionales normalizados de ciencias (CINE 1), 2004/05



Fuente: Eurydice.

⁽¹⁾ Los conceptos de validez y fiabilidad son fundamentales para todos los tipos de exámenes. Un examen es válido cuando mide lo que verdaderamente debe medir. Existen varias maneras de determinar el grado de validez. La fiabilidad es un indicador de la exactitud de los resultados de una evaluación. El conocimiento de la validez y fiabilidad de cualquier examen normalizado resulta fundamental para hacerse una idea del nivel de confianza que se deposita en los resultados de dicho examen.

Gráfico 4.2b: Tipos de competencias evaluadas por los exámenes y tests nacionales normalizados de ciencias (CINE 2), 2004/05



Fuente: Eurydice.

Notas complementarias

Grecia: El “conocimiento de las competencias matemáticas básicas y su aplicación” sólo se tiene en cuenta en la evaluación de física.

Letonia: La física y la biología se enseñan como materias independientes en CINE 2, aunque el examen normalizado al término de este nivel versa sobre las ciencias como materia integrada.

Letonia, Países Bajos y Polonia: No hay exámenes normalizados de ciencias propiamente dichos en CINE 1, aunque las materias científicas forman parte de un programa nacional de evaluación.

Nota explicativa

Los “exámenes y tests normalizados” son exámenes (o parte de exámenes) nacionales elaborados por la administración educativa central o con competencias plenas en materia educativa, cuya finalidad es la certificación o la evaluación del alumnado.

En CINE 1, ocho sistemas educativos examinan los conocimientos que tienen los alumnos de los conceptos/teorías científicas. En seis sistemas educativos se exige a los alumnos que conozcan técnicas de investigación/experimentación. El Reino Unido (Inglaterra, Gales e Irlanda del Norte) y Letonia son los países que examinan la gama de competencias más amplia en CINE 1.

En CINE 2, la evaluación sigue concediendo importancia al conocimiento de conceptos y teorías científicas, aunque en un mayor número de países el objeto de la evaluación son la física y la biología por separado en lugar de las ciencias como materia integrada. En los países en los que se realizan exámenes nacionales, se concede bastante importancia a examinar el razonamiento científico y las competencias prácticas de los alumnos, p. ej. su capacidad para formular un problema en términos científicos, formular hipótesis y elegir los aparatos y el equipo adecuados. En cinco sistemas educativos estas competencias se examinan en el marco de las ciencias como materia integrada.

También destaca la importancia que algunos nuevos miembros de la Unión Europea (Estonia, Letonia, Polonia y Eslovenia) conceden a la evaluación de un amplio abanico de competencias en ambos niveles educativos.

En los exámenes nacionales de CINE 1 y 2 se exige el conocimiento de conceptos y teorías científicas, aunque un mayor número de países contemplan este requisito cuando la física y la biología son materias independientes. Los conceptos y teorías concretas que son objeto de examen en estos dos niveles educativos son, por supuesto, diferentes, reflejando las distintas edades del alumnado y su distinta capacidad para manejar ideas sofisticadas. En CINE 1 se pone menos énfasis en las competencias prácticas, en el tratamiento de los datos y en el razonamiento científico que en CINE 2; sólo en Estonia, Letonia, los Países Bajos, Polonia y el Reino Unido (Inglaterra, Gales e Irlanda del Norte) se examinan estas competencias en CINE 1. Las diferencias entre países acerca del equilibrio entre los distintos tipos de competencias que se exigen en los exámenes normalizados de CINE 2 son relativamente pequeñas, especialmente en el contexto de la enseñanza de la física y la biología como materias independientes.

Desde un punto de vista global, el abanico de competencias evaluadas en países que tienen exámenes normalizados de ciencias en CINE 1 y, de forma más generalizada, en CINE 2, refleja las competencias habitualmente asociadas a la actuación y al razonamiento de un científico cuando planifica, realiza e informa acerca de una investigación científica. También refleja el carácter internacional de la investigación científica y la universalidad del conocimiento científico que constituyen la base de los programas escolares de ciencias.

4.3. Trabajo relacionado con proyectos científicos

El trabajo relacionado con proyectos científicos implica trabajo de experimentación o de otro tipo, en un laboratorio o en otro lugar y tiene carácter de investigación. Puede ser realizado por el conjunto de la clase, o realizarse en grupo o de forma individual. Abarca un período de tiempo, posiblemente varias semanas, y ofrece a los alumnos la oportunidad de implicarse en un estudio científico sobre una cuestión concreta. Puede suponer la colaboración con personas de otros centros a través de Internet u otros medios, y es probable que las conclusiones se recojan en un informe.

La evaluación normalizada de este trabajo no constituye un elemento significativo de la educación científica en CINE 1 ni en CINE 2, como muestra el gráfico 4.3.

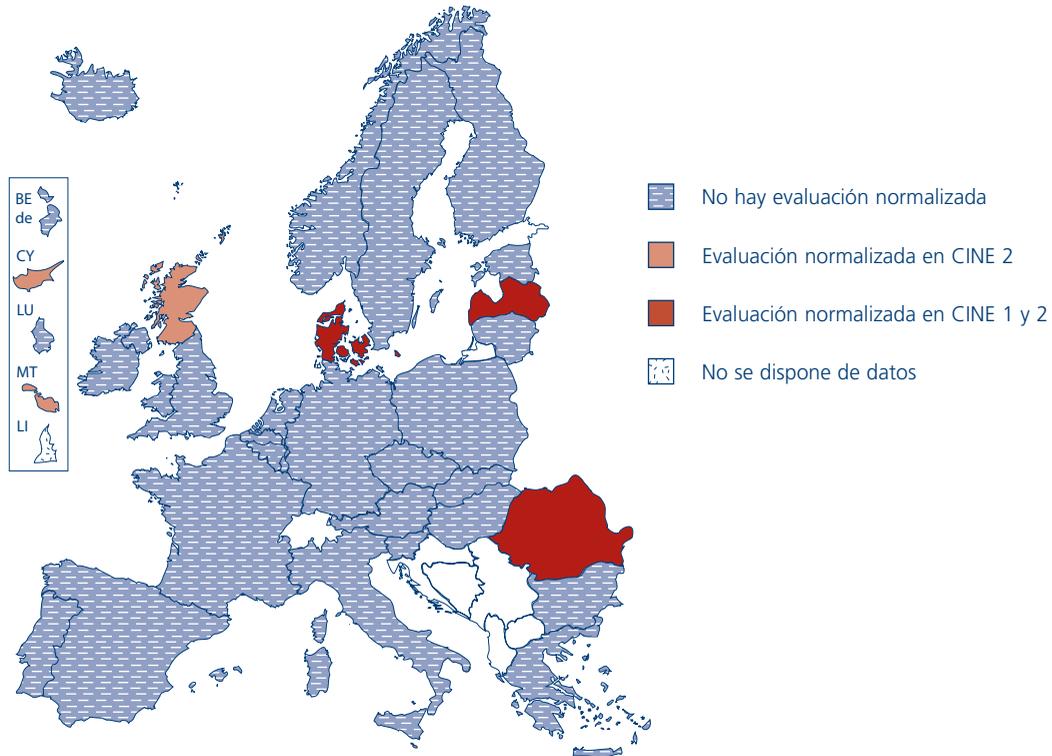
Tres países (Dinamarca, Letonia y Rumania) evalúan el trabajo relacionado con proyectos científicos con criterios de evaluación normalizados en los dos niveles educativos, mientras que tres países sólo contemplan este tipo de trabajo en CINE 2. Irlanda va a implantar en CINE 2 este enfoque de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias en 2005/06.

Al igual que en el caso de los exámenes y tests normalizados, la ausencia de criterios de evaluación normalizados para proyectos científicos no puede significar que los alumnos no deban adquirir ninguna de las competencias generalmente asociadas a este tipo de trabajo, por ejemplo, el conocimiento de conceptos y teorías científicas o la capacidad de realizar observaciones científicas. También es importante reconocer que unos objetivos de evaluación idénticos pueden reflejar distintos tipos de trabajo relacionado con proyectos científicos. Por ejemplo, la exigencia de que los alumnos demuestren su capacidad para formular hipótesis científicas no nos aporta ninguna información sobre la hipótesis concreta ni

sobre la naturaleza del trabajo científico con el que está relacionada. De la misma manera, la capacidad para realizar observaciones científicas puede desarrollarse en el contexto de muy diversas clases de proyectos científicos, incluso en disciplinas científicas bien definidas, como la física o la biología.

En los seis países donde tienen lugar estos exámenes, el contexto en CINE1 (materia integrada) es distinto al de CINE 2 (física y biología son materias independientes). El abanico de competencias/conocimientos evaluados es mayor en CINE 2 que en Primaria salvo en Dinamarca, donde se evalúan las mismas competencias en ambos niveles educativos.

Gráfico 4.3: Evaluación normalizada del trabajo relacionado con proyectos científicos (CINE 1 y 2), 2004/05



Fuente: Eurydice.

Nota explicativa

La “evaluación normalizada del trabajo relacionado con proyectos científicos” significa que la administración educativa central o con competencias plenas en materia educativa especifica los criterios de evaluación.

Conviene mencionar el hecho de que en Letonia, el Reino Unido (Escocia) y Rumania, en CINE 2 se evalúa la misma gama de competencias/conocimientos mediante el trabajo relacionado con proyectos científicos en biología y física. Lo mismo ocurre en este nivel educativo en Malta, aunque existen algunas diferencias entre los tres países en cuanto a las competencias/conocimientos evaluados. La similitud de las competencias evaluadas mediante el trabajo relacionado con proyectos científicos refleja un empeño común subyacente que favorece un enfoque de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias basado en la investigación.

Letonia evalúa, mediante el trabajo relacionado con los proyectos científicos y en el contexto de las ciencias como materia integrada, una gama más amplia de competencias en CINE 1 que Chipre o Rumania. Dinamarca también evalúa un amplio abanico de conocimientos y competencias asociadas al tratamiento de los datos en CINE 1 y CINE 2.

En CINE 2, los datos de cuatro de estos seis países sugieren una mayor uniformidad en física que en biología en cuanto a las competencias evaluadas mediante el trabajo relacionado con proyectos científicos.

4.4. Debates actuales sobre la evaluación

Los datos presentados en secciones anteriores se refieren a la situación en el año 2004/05. Esta sección pretende describir los debates o cambios previstos en relación con la evaluación de los resultados de la enseñanza de las ciencias en la escuela.

El gráfico 4.4 resume la situación. Pone de manifiesto que los debates acerca de dicha evaluación son comunes a todos los países, a menudo afectando a los dos niveles educativos. Este grado de interés no constituye un hecho aislado, sino que está estrechamente relacionado con los debates acerca de la forma y el contenido de la formación escolar en materia de ciencias, con la manera en la que los profesores deben ser formados y con la forma de introducir cambios en el sistema escolar. También forma parte de un fenómeno global más amplio que refleja la preocupación de los gobiernos y de otras partes interesadas por elevar los niveles de la formación científica, por promover la cultura científica y por garantizar que los sistemas de evaluación apoyen estos objetivos. Cuando el currículo de ciencias se expresa en términos de competencias o de resultados del aprendizaje más que mediante una lista más tradicional de temas científicos a tratar, las evaluaciones que se realizan reflejan clara y concretamente lo que los alumnos deben saber y deben ser capaces de realizar. En cualquier caso, un sistema de evaluación siempre debe reflejar y apoyar los objetivos de aprendizaje establecidos en el currículo.

Los cambios y debates en curso en varios países versan sobre diferentes cuestiones, aunque en algunos casos un mismo país se ve implicado en más de un tipo de cambio.

Creación de normas nacionales y/o de organismos examinadores

En los países que tradicionalmente carecen de evaluaciones nacionales ha sido necesario crear organismos o agencias apropiadas que asuman la responsabilidad de dicha evaluación. En muchos casos esta creación se asocia a la especificación de normas y/o exámenes que prescriben lo que los alumnos deben saber y deben ser capaces de realizar en las distintas etapas de su educación científica en la escuela. En Alemania, por ejemplo, los *Länder* crearon un nuevo Instituto para el Desarrollo de la Calidad de la Educación (*Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen*) en 2004. Los *Länder* han comenzado a preparar evaluaciones normalizadas del alumnado de biología y física (CINE 1 y CINE 2), que serán implantadas en los próximos años. Estas evaluaciones serán posteriores a la introducción de normas o niveles de referencia en biología, química y física (CINE 2) en diciembre de 2004. Estas normas son vinculantes en todos los *Länder* y el Instituto es responsable del desarrollo, creación y administración de las evaluaciones normalizadas del alumnado.

En Letonia las nuevas normas relativas a las ciencias como materia integrada, así como a la física y la biología se implantarán escalonadamente durante tres años a partir de 2005/06. Estas normas pondrán más énfasis en el trabajo de experimentación/investigación, convirtiéndolo en un objetivo clave para los alumnos.

En Austria se están poniendo a prueba en centros piloto las normas nacionales relativas al alemán y a las matemáticas al término de CINE 1 y 2, y al inglés al final de CINE 2. También se están tomando medidas para desarrollar normas similares para la física, la química y la biología, aunque actualmente no existe un plan ni un calendario detallado.

En la República Checa se ha creado un Centro para la Evaluación del Rendimiento Académico, a fin de desarrollar un sistema de seguimiento y de evaluación. Un proyecto de cuatro años, que concluirá en 2008, centrará su atención, entre otras muchas cosas, en la evaluación del alumnado en momentos clave de la educación obligatoria (el 5º y el 9º año). En Lituania también se están llevando a cabo proyectos piloto (el primero, entre 2001 y 2003, y el segundo, de 2004 a 2006) relacionados con la evaluación de

los alumnos y, concretamente, con la evaluación que se recoge en el expediente académico. También se ha creado un Centro Finés de Evaluación, en 2003, para evaluar la enseñanza y el aprendizaje, contribuir al desarrollo de la evaluación y promover la investigación en materia de evaluación. Esta especificación de las normas forma parte de un fenómeno internacional, aunque el grado en que se aplican estas normas y su relación con el currículo de ciencias varía de un país a otro. En los sistemas federales, donde la educación se delega en las Comunidades o regiones, éstas tienden a reaccionar de forma individual a la publicación de normas “nacionales”. En cambio, en un sistema centralizado, el currículo nacional puede especificar y prescribir los conocimientos y niveles de rendimiento de todos los alumnos en distintos momentos de la educación obligatoria. En la mayoría de los casos, la especificación de las normas ha exigido una revisión en profundidad, y a veces una reforma, de los programas escolares de ciencias. En Finlandia, por ejemplo, aunque no existen exámenes nacionales en CINE 1 ni en CINE 2, el nuevo currículo nacional común especifica los criterios de evaluación.

Extensión de las evaluaciones existentes para incluir las ciencias

En algunos países ya se realiza la evaluación nacional de los alumnos, pero ésta no incluye las materias científicas.

En Dinamarca todas las disciplinas científicas serán evaluadas al final de la escolaridad obligatoria a partir de 2007. Se espera que estas pruebas se realicen por ordenador. También en 2007 se organizarán evaluaciones normalizadas de ciencias en Francia, que se repetirán cada cinco años, aproximadamente. En Portugal se ampliará próximamente la evaluación nacional de CINE 2 para incluir las disciplinas científicas y el Ministerio de Educación está estudiando la implantación de una evaluación nacional final al término del 4º año de la educación obligatoria.

En Malta, el *National Minimum Curriculum* (1999) incluye las ciencias como una de las materias básicas, pero las ciencias no se encuentran entre las materias que actualmente se evalúan al término de la Educación Primaria. Continúa el debate sobre dicha inclusión, pero no se ha establecido un calendario. También en Malta, la Unidad MASTEC de la Universidad de Malta acaba de comenzar un análisis del actual sistema del *National Certificate* y se han realizado varias propuestas relativas a la evaluación.

En Polonia también tienen lugar discusiones acerca de la evaluación del alumnado en materia de ciencias, a la vez que se debate el currículo básico común de ciencias para todos los niveles del sistema educativo. En Italia, el *Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema Educativo di Istruzione e di Formazione* está estudiando la utilización de exámenes de ciencias (así como de italiano y matemáticas) en CINE 1 y 2, pero aún no está claro si estos exámenes se utilizarán para evaluar o para certificar.

Ampliación del abanico de competencias evaluadas

Varios países contemplan una ampliación de los objetivos de la evaluación del alumnado de ciencias y/o cambios relativos a las técnicas de evaluación. En Estonia, el Centro de Desarrollo Curricular de la Universidad de Tartu está elaborando un nuevo currículo nacional. El sistema de evaluación, cuya implantación está prevista para 2007, reflejará el énfasis que el nuevo currículo pone en el aprendizaje empírico y a través del descubrimiento, y en la capacidad para formular hipótesis y participar en discusiones sobre temas científicos.

En el Reino Unido (Inglaterra), la revisión de la evaluación de los alumnos de ciencias forma parte de la actual revisión del Currículo Nacional para el *Key Stage 3*. Se propone que las descripciones de los niveles –que ofrecen una base normalizada para juzgar el rendimiento de los alumnos– se revisen, a fin de que sean un reflejo de la nueva importancia que se concede a las “grandes ideas” y a los procesos científicos clave, y que también sean un apoyo más eficaz a la evaluación formativa que realizan los profes-

sores. Otros cambios que se contemplan incluyen el equilibrio entre las competencias relacionadas con la investigación y la comprensión/memorización de los hechos, y el equilibrio entre la evaluación del profesor y los exámenes que son objeto de una calificación externa. Se utilizarán nuevos exámenes para los alumnos de 14 años a partir de 2011, tras la implantación de un nuevo programa de estudios para los alumnos de 11 años en 2008.

En Grecia, la aprobación en el Parlamento de un proyecto de ley podría dar lugar a un sistema de evaluación del alumnado que concede mayor importancia a las competencias asociadas a las ciencias que a la simple memorización de los contenidos científicos.

Utilización de técnicas de evaluación innovadoras

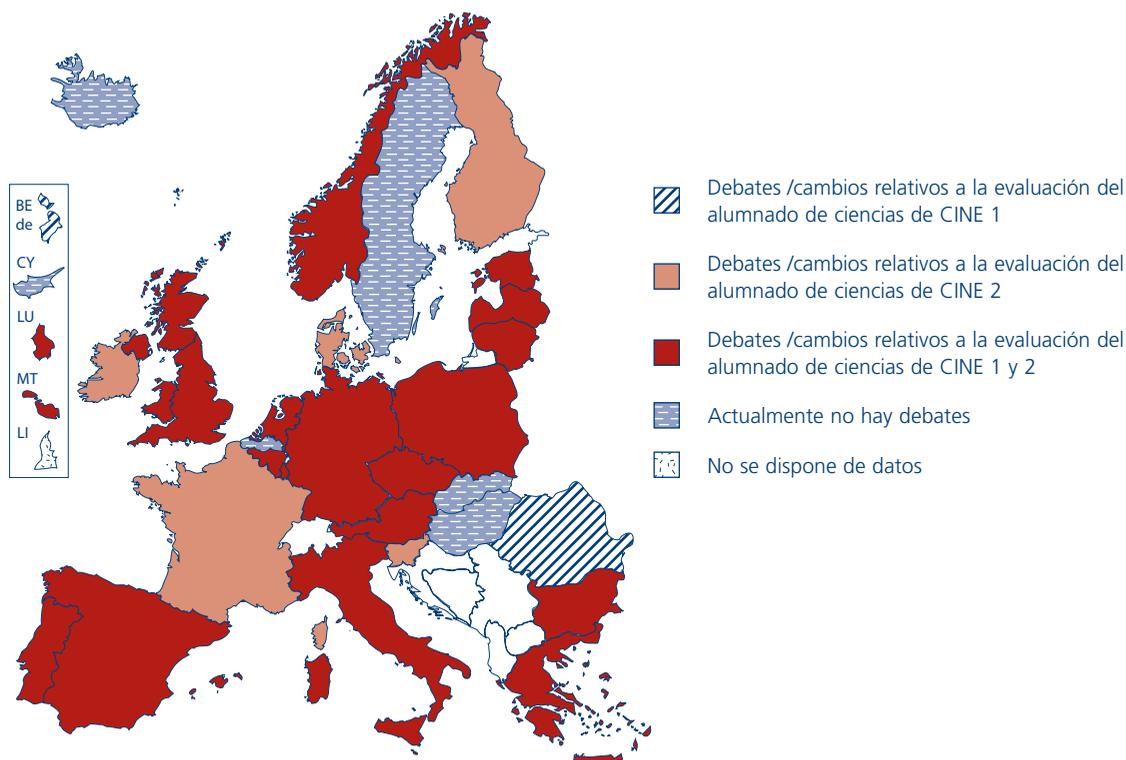
En los Países Bajos, el centro de evaluación CITO ha desarrollado nuevos tipos de técnicas de evaluación que reflejan la importancia pedagógica del aprendizaje basado en la investigación. Además, los resultados de un estudio piloto reciente han dado lugar a la decisión de que, a partir de 2007, la utilización de ordenadores forme parte integral de los exámenes nacionales de física de VMBO. Lo mismo ocurrirá con los exámenes de biología en 2008. El uso de ordenadores permitirá la evaluación de nuevos tipos de competencias, por ejemplo, la capacidad para realizar experimentos virtuales y examinar la conducta animal. En Irlanda, un mayor énfasis en el trabajo práctico de los alumnos de ciencias de CINE 2 dará lugar a una evaluación directa de dicho trabajo y representará el 35% de la calificación final del alumno: un 10% corresponderá al trabajo realizado durante los tres años del programa de ciencias, y un 25% corresponderá a proyectos específicos.

En Eslovenia, la Comisión Asesora del Departamento de Ciencias del Instituto Nacional de Educación ha desarrollado un sistema de "evaluación auténtica" y se ha implicado en la formación de "auxiliares pedagógicos" encargados de difundir prácticas innovadoras en materia de evaluación del alumnado y de explicar su influencia en los métodos pedagógicos. Se ha desarrollado una amplia gama de técnicas de evaluación que incluyen la utilización de ordenadores para los exámenes, la evaluación del rendimiento del grupo, las entrevistas, la observación, la producción de *portfolios*, la exposición o presentación de proyectos y una serie de preguntas de examen innovadoras. También en Eslovenia, a partir de 2005/06, se suprimen los exámenes nacionales al término del primer ciclo de la educación obligatoria, dejan de ser obligatorios los exámenes al final del segundo ciclo y los exámenes finales del tercer ciclo ya no se utilizarán para la certificación.

En Finlandia, el alto nivel de rendimiento de los alumnos en el estudio internacional sobre el rendimiento de los alumnos (PISA) en 2003 y 2006 no ha provocado cambios en el sistema de evaluación pero ha fomentado la investigación acerca de las causas de este éxito.

Los cambios en materia de evaluación que se contemplan para los alumnos de 14 años en el Reino Unido (Inglaterra) incluyen la introducción de la evaluación por ordenador (con la posibilidad de organizar los exámenes según la demanda).

Gráfico 4.4: Debates/reformas en relación con la evaluación del alumnado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05



Fuente: Eurydice.

Nombre y objetivos de los exámenes (partes de exámenes) y test nacionales normalizados de ciencias (gráficos 4.1 y 4.2), (CINE 1 y 2), 2004/05

	CINE 1		CINE 2	
	Nombre/ naturaleza del examen/test	Objetivo del examen/test	Nombre/ naturaleza del examen/test	Objetivo del examen/test
DE	En todos los <i>Länder</i> se están elaborando exámenes con vistas a su implantación en un futuro próximo. Baden-Württemberg, Baviera y Renania del Norte-Westfalia han anunciado la implantación de estos exámenes.			
EE	Exámenes nacionales normalizados al término de la etapa II (6º curso). El Ministerio de Educación e Investigación decide cada año la materia objeto de estas pruebas. En 2002 y 2003, las ciencias fueron la materia elegida.	Evaluación	Examen final de la etapa obligatoria. La lengua materna y las matemáticas son materias obligatorias. Los alumnos pueden elegir entre física, química, biología, historia y geografía.	Evaluación y certificación
EL	(-)	(-)	(i) Examen de promoción al final del curso; los dos primeros años de CINE 2 (ii) Exámenes finales al término del último curso de CINE 2	Evaluación Certificación
IE	(-)	(-)	<i>Junior Certificate Examination</i>	Certificación

Nombre y objetivos de los exámenes (partes de exámenes) y tests nacionales normalizados de ciencias (gráficos 4.1 y 4.2), (CINE 1 y 2), 2004/05 (continuación)

	CINE 1		CINE 2	
	Nombre/ naturaleza del examen/test	Objetivo del examen/test	Nombre/ naturaleza del examen/test	Objetivo del examen/test
LV	Examen nacional con las ciencias como materia integrada	Evaluación	Examen nacional de ciencias naturales	Certificación y evaluación
LT	Las ciencias como materia integrada (4º curso)	Evaluación	Las ciencias como materia integrada (6º curso); biología, física y química en 8º y 10º cursos	Evaluación sistemática
MT	(-)	(-)	(i) Exámenes escolares anuales (ii) Certificado Nacional de Educación Secundaria al término de la etapa obligatoria	(i) Evaluación (ii) Certificación
NL	Examen final de Educación Primaria (por una parte) y sistema de seguimiento de los alumnos, conocimiento del medio (por otra parte)	Evaluación sistemática	Exámenes nacionales de física y biología (Educación Secundaria preprofesional-VMBO)	Certificación sistemática
PL	Examen nacional al término de la Educación Primaria	Evaluación	Examen nacional al término de la Educación Secundaria inferior (<i>gymnasium</i>)	Certificación y evaluación
SI	(-)	(-)	Exámenes nacionales de física y biología	Certificación sistemática
UK-ENG	<i>National Curriculum Assessment</i> . Evaluación del currículo nacional a la edad de 11 años	Evaluación	<i>National Curriculum Assessment</i> . Evaluación del currículo nacional a la edad de 14 años	Evaluación
UK-WLS	<i>National Curriculum Assessment</i> . Evaluación del currículo nacional a la edad de 11 años (optativo a partir de 2004/05, la evaluación por parte del profesorado sólo a partir de 2005/06)	Evaluación	<i>National Curriculum Assessment</i> . Evaluación del currículo nacional a la edad de 14 años (evaluación del profesorado y evaluación normalizada sólo a partir de 2005/06)	Evaluación
UK-NIR	<i>Key Stage 1 Assessment</i> (evaluación por parte del profesorado). Los <i>transfer tests</i> optativos que se realizan a la edad de 11 años incluyen las materias científicas. Estos exámenes no se celebrarán a partir de 2008.	Evaluación	<i>Key Stage 3 Northern Ireland Curriculum Assessment</i> . Evaluación del Currículo de Irlanda del Norte (evaluación por parte del profesorado y evaluación externa) a la edad de 14 años	Evaluación
UK-SCT	(-)	(-)	<i>Standard Grade</i> de ciencias, biología y física <i>Intermediate 1 y 2</i> de ciencias, biología y física	Certificación sistemática
IS	(-)	(-)	<i>Samræmt próf í náttúrufræðil</i> / Examen de ciencias naturales coordinado en todo el ámbito nacional	Evaluación y certificación

Fuente: Eurydice.

Introducción

Las investigaciones en didáctica de las ciencias se ocupan del desarrollo de competencias cognitivas de alto nivel (formación de conceptos, formulación, resolución de problemas y procedimientos científicos), como un área cuya importancia para la formación científica aumenta rápidamente.

A las competencias relacionadas con el comportamiento (saber utilizar el equipo) y a las competencias cognitivas de nivel bajo (por ejemplo, la capacidad para aprender y repetir definiciones y leyes, aplicar fórmulas, resolver problemas estándar) se les concede poca importancia, en parte como resultado del desarrollo de herramientas informáticas y de sistemas automatizados. Por ello, la formación científica evoluciona para prestar más atención a las competencias cognitivas de nivel superior que no pueden adquirirse mediante los antiguos métodos de aprendizaje basados principalmente en la repetición y en la transmisión.

Es necesario contemplar la enseñanza de las ciencias en un contexto social más amplio y, en concreto, permitir al mayor número de personas posible desempeñar su papel como ciudadanos de sociedades avanzadas desde el punto de vista tecnológico y científico. Esto exige el desarrollo no sólo de los conocimientos científicos y de los avances técnicos asociados a ellos, sino también de la imagen de la ciencia y de sus métodos, junto con la capacidad para situar el alcance de los argumentos científicos en los debates públicos sobre cuestiones de tipo medioambiental, económico, social y ético. Esta perspectiva queda reflejada en diversos currículos y normas sobre la enseñanza de las ciencias elaborados a partir de 1990, y se expresa de forma explícita en proyectos como *Science for All Americans* (AAAS 1989, NRC 1996), *Science in the New Zealand Curriculum* (Ministry of Education 1993), *English National Science Curriculum* (www.curriculumonline.gov.uk), *Pan Canadian Science Project* (Council of Ministers of Education 1997) y PISA (OCDE 2001).

Es evidente la necesidad de establecer prioridades entre los numerosos objetivos de la enseñanza de ciencias que ofrece esta perspectiva. La elección no corresponde sólo a los investigadores. Los investigadores de la didáctica de las ciencias tratan de ampliar esta perspectiva y aportar información sobre la viabilidad y las consecuencias de los distintos enfoques de la enseñanza de las ciencias. Apoyándose en otras disciplinas, especialmente en la psicología, la filosofía, la historia de las ciencias y la lingüística, tratan de explorar el potencial de los diversos recursos y modalidades de enseñanza para mejorar la motivación de los alumnos, la satisfacción que les proporciona el aprender, su percepción de las ciencias y la eficacia de los distintos métodos de enseñanza y aprendizaje a la hora de desarrollar las competencias.

Esta problemática general puede expresarse mediante algunas preguntas:

- ¿Qué tipos de aprendizaje se deben favorecer?

Esto supone una reflexión acerca de las ciencias y plantea la cuestión de las posibles etapas del desarrollo de los conocimientos y competencias científicas. La atención se centra en la investigación relacionada con la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos científicos (A.1 y A.2), el desarrollo de los procedimientos científicos (A.3) y las competencias asociadas a la argumentación (A.5).

- ¿Cuáles son las aportaciones específicas de los ordenadores a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias?

Las consecuencias de la utilización de las TIC en la enseñanza son múltiples. Aquí (A.4) se analiza su aportación específica a la enseñanza de las ciencias: por una parte, la recopilación y el tratamiento de los datos, y por otra parte, la simulación.

- ¿Cómo motivar a los alumnos?

Aquí la atención se centra en los factores que pueden aumentar el interés de los niños y de los adolescentes por los estudios científicos (A.6).

Surge también la cuestión de la difusión de nuevos enfoques de la enseñanza de las ciencias y, por tanto, de la formación del profesorado, cuestión que adopta diversas formas según la corriente de investigación.

- ¿Cuáles son las concepciones comunes que tienen los futuros profesores de ciencias y los profesores en activo acerca de las ciencias y de su enseñanza? (B.1)
- ¿Cuáles son los conocimientos profesionales que contribuyen al desarrollo de las competencias pedagógicas relacionadas con las ciencias? (B.2)
- ¿Cómo adoptan los profesores las innovaciones que les son propuestas? (B.3)

Este informe no pretende agotar el tema. Teniendo en cuenta la riqueza del tema y el tiempo disponible, ha sido necesario realizar una elección. La decisión adoptada ha sido la de presentar algunos temas de investigación cuyas repercusiones en la formación del profesorado de ciencias parecen ser especialmente importantes hoy en día, ofreciendo para cada uno de los temas una idea general de las cuestiones tratadas y de los resultados obtenidos.

A. Estudios sobre el aprendizaje de las disciplinas científicas

A.1. Conceptos y razonamientos basados en el sentido común

Los conceptos erróneos, los conceptos preconcebidos, las imágenes mentales, los tipos de comprensión, las fenomenologías primitivas, el razonamiento espontáneo y basado en el sentido común: muchos estudios han mostrado diversas formas de “ver” el mundo y explicar los fenómenos que distan mucho de los conceptos y el razonamiento científico (véase, por ejemplo, Tiberghien 1984; McDermott 1984; Driver, Guesne y Tiberghien 1985; Shipstone 1985; Johsua y Dupin 1993; Viennot 1996; Galili y Hazan 2000).

Algunos de estos estudios aportan información acerca de las maneras de representar un fenómeno o un tipo de fenómenos. Por ejemplo, existen numerosos trabajos acerca de la comprensión de conceptos relativos a la electrocinética, la mecánica, la óptica, la química y la biología.

Otros estudios se han centrado más concretamente en la descripción de las estructuras generales del razonamiento en las que se basan los distintos modelos utilizados para interpretar algunos fenómenos.

A.1.1. Algunos ejemplos de conceptos

Numerosos estudios realizados en distintos países (Tiberghien 1984; Shipstone 1985) con estudiantes de edades y niveles de formación científica diferentes han puesto de manifiesto las etapas en la comprensión del funcionamiento de circuitos eléctricos simples antes de alcanzar un modelo compatible con las leyes electrocinéticas que se enseñan actualmente:

- cable único: la “electricidad” sale de una fuente (pila, toma eléctrica) y viaja hacia el aparato, donde “se consume”. Según este modelo, un cable único que sirve de enlace entre la fuente y el aparato es suficiente para garantizar el funcionamiento del aparato. Así, es suficiente conectar una bombilla al borne de una pila mediante un cable para que la bombilla se encienda.
- circulación secuencial: la “corriente eléctrica” sale de un generador, alimenta sucesivamente los diversos componentes del circuito, debilitándose paulatinamente antes de retornar a la fuente para “recuperar la energía” perdida.
- circulación con corriente constante: la intensidad de la corriente emitida por un generador es idéntica en todos los puntos de un circuito en serie y no depende del circuito utilizado.

Estos razonamientos atribuyen a la electricidad y a la corriente eléctrica propiedades que, en algunos casos, recuerdan a las del concepto de energía y, en otros casos, al concepto de intensidad. Por tanto, el principal objetivo de las primeras etapas del desarrollo conceptual en el campo de la electrocinética debe ser la construcción y diferenciación de los conceptos de intensidad, de tensión y de energía eléctrica.

En el campo de la óptica, las etapas de la comprensión de la obtención de imágenes se han puesto de manifiesto en diversos contextos (edad, país) (Galili y Hazan 2000):

- concepción “comprehensiva”, también llamada “imagen viajera”; si se tapa parcialmente una lente, sólo puede atravesar la lente parte de la imagen de un objeto, es decir, una parte de la imagen “no puede pasar”;
- concepción del “rayo-rail”; un solo rayo que parte de un objeto es suficiente para transportar la información relativa a este objeto y, por consiguiente, para obtener una imagen del mismo.

En el campo de la química, los estudios con alumnos de entre 10 y 15 años de edad de diversos países (Andersson 1990) han revelado una falta de distinción entre las transformaciones físicas y las transformaciones químicas, entre combustión y fusión, o entre combustión y evaporación, debido a la presencia de una llama. La reacción química entre una solución y un sólido puede interpretarse como una disolución, y una reacción entre dos sólidos o dos soluciones como una simple mezcla. Estas formas erróneas de interpretar los fenómenos de fusión, evaporación, disolución y mezcla permanecen durante mucho tiempo en las mentes de los alumnos, contaminando las explicaciones de las transformaciones de la materia.

Los resultados de esta investigación permiten especificar el principal objetivo de las primeras etapas del desarrollo conceptual en el campo de la química: la distinción entre los cambios físicos y los cambios químicos y la construcción de nociones claras, como el concepto de sustancia pura y de elemento químico.

A.1.2. Estructuras del razonamiento

Aquí se trata de señalar las características de las estructuras generales del razonamiento que aparecen en las percepciones de diversos fenómenos. Los estudios realizados desde esta perspectiva destacan el papel que desempeña el tiempo en las explicaciones que dan los alumnos de los fenómenos y, más concretamente, el razonamiento lineal causal (Viennot 1996). Mientras la ciencia razona en términos de relaciones entre variables y de covariaciones (sin que una variación sea anterior a otra ni tenga un papel causal respecto de la otra), el razonamiento basado en el sentido común cuenta las historias en términos de una sucesión de acontecimientos, en los que la relación causa - efecto juega un papel destacado.

Estas narraciones pueden tratar de entidades más o menos abstractas: la electricidad, la corriente eléctrica, las imágenes, la luz. Así, por ejemplo (véase A.1.1), al interpretar el funcionamiento de un circuito eléctrico, los alumnos cuentan la historia de una “corriente eléctrica” que pasa por un circuito y sufre modificaciones sucesivas debido a los componentes que encuentra en su camino. En el terreno de la óptica, se trata de una imagen que, partiendo de un objeto luminoso, puede encontrar diversos obstáculos (una lente, un espejo, una pantalla) que la modifican; concretamente, puede ser detenida o invertida.

Esta misma estructura de razonamiento (lineal y causal) puede apreciarse en un nivel más alto, donde los elementos de la historia se convierten en variables. Un acontecimiento (un cambio en una variable) puede aparecer como la causa de lo que ocurre a continuación; cuando muchas variables cambian simultáneamente, se tiene en cuenta un solo cambio en cada etapa del razonamiento (Viennot 1996).

Así, por ejemplo, al explicar el desplazamiento de una pared debido a la diferencia de presión entre ambos lados (Méheut 1997), al principio los alumnos sólo tienen en cuenta la presión modificada inicialmente (la “causa” del desplazamiento) y “se olvidan” de la presión ejercida sobre el otro lado. Sólo en la segunda etapa del razonamiento se dan cuenta de que ésta última presión puede haber sufrido un cambio debido al desplazamiento de la pared (asumen que un cambio de presión en un lado causa el desplazamiento de la pared y, por consiguiente, el cambio de presión en el otro lado). De la misma manera, a la hora de interpretar el aumento del volumen de un gas debido a un aumento de la temperatura (con presión externa constante), los alumnos no utilizan las relaciones de covariación entre presión, volumen y temperatura de un sistema (ecuaciones de estado, en las que no interviene el tiempo), sino que razonan de forma lineal y secuencial: el cambio de temperatura causa un cambio de presión que provoca un cambio de volumen que, a su vez, produce un nuevo cambio de presión. En lugar de manejar las variaciones concomitantes de dos variables, los alumnos introducen etapas en su razonamiento, y cada etapa tiene en cuenta una sola variable, de modo que el resultado de cada etapa (cambio de una variable) lleva “lógicamente” a la siguiente etapa.

A.2. Cambio conceptual

La constatación de las dificultades de aprendizaje propias de un área específica, de las concepciones y modos de razonamiento basados en el sentido común y de su resistencia a los métodos de enseñanza tradicionales han llevado a la investigación acerca de las estrategias pedagógicas que pueden favorecer el desarrollo de formas de razonamiento científico.

Se han realizado numerosos estudios de este tipo, dando lugar al desarrollo y a la experimentación de enfoques pedagógicos en diversos campos: la mecánica, la electrocinética, la óptica, la energía, la química y la estructura de la materia (Méheut y Psillos 2004).

Algunos de estos estudios ponen el acento en la autonomía del alumno en el proceso de construcción del conocimiento, especialmente en su responsabilidad para elaborar problemas que deben resolverse y para organizar los procedimientos encaminados a su resolución (Lijnse 1995). Otros conceden gran importancia al conflicto cognitivo, es decir, a que los alumnos sean conscientes de las limitaciones de su concepción del mundo mediante actividades de predicción y contradicción (por medio de la experiencia) organizadas por el profesor (Dewey y Dykstra 1992; Ravanis y Papamichael 1995). Otros se basan en un análisis detallado de los conocimientos que ya poseen los alumnos, y de las preguntas a las que responden, para sugerir actividades que favorezcan el aprendizaje de los conceptos deseados (Lemeignan y Weil Barais 1994; Robardet 1995).

De este conjunto de trabajos (Arnold y Millar 1996; Chauvet 1996; Galili 1996; Barbas y Psillos 1997; Gilbert y Boulter 1998; Komorek, Stavrou y Duit 2003; Viiri y Saari 2004) emerge paulatinamente un consenso sobre la importancia que debe concederse a dos tipos de análisis previos, a fin de elaborar enfoques pedagógicos adecuados:

- un análisis de los conocimientos científicos en juego, de su desarrollo y de su función (para predecir, para explicar);
- un análisis de las dificultades de aprendizaje y de los propios conceptos de los alumnos.

Los resultados de los análisis de este tipo se utilizan en un nuevo enfoque pedagógico basado en la "reconstrucción didáctica" o en la "ingeniería didáctica", encaminado a la propuesta de contenidos y de enfoques pedagógicos (Méheut y Psillos 2004).

Las investigaciones de este tipo dan lugar a resultados de distinta naturaleza. Teniendo en cuenta los conocimientos de los alumnos, ofrecen pautas metodológicas para la elaboración de situaciones de aprendizaje específicas desde el punto de vista de los resultados previstos, basados en los conocimientos científicos que deben adquirirse.

Indican la repercusión de las distintas situaciones de aprendizaje en el desarrollo cognitivo de los alumnos en diferentes campos.

Como veremos más adelante (B.2), los resultados de la investigación pueden contribuir al desarrollo de los conocimientos profesionales que necesitan los profesores para incorporar estrategias pedagógicas que tengan en cuenta la forma de pensar de los alumnos.

A.3. El papel del trabajo práctico en el aprendizaje de las ciencias

A.3.1. Prácticas actuales

Los objetivos del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias son múltiples: motivar a los alumnos, desarrollar su capacidad de manipulación y favorecer la adquisición de conocimientos, métodos y actitudes científicas (Jenkins 1999).

En lo concerniente a los experimentos, éstos todavía suelen adoptar la forma de estereotipos (Leach y Paulsen 1999). Sin embargo, la actual Educación Primaria parece estar más abierta a las actividades de investigación, entre las cuales la comprobación de hipótesis ocupa un lugar destacado (Haigh y Forret 2005).

Aparentemente (Johsua y Dupin 1993; Windschitl 2003), las actividades prácticas en Educación Secundaria suelen utilizarse principalmente:

- para ilustrar conceptos científicos;
- para verificar una ley científica; o
- con un enfoque inductivo (manipulación, observación, medición y conclusión).

De este modo se exige al alumno que realice una serie de tareas prácticas, realice observaciones y mediciones y llegue a unas conclusiones que parecen evidentes, aunque no se conozcan con antelación.

Un estudio basado en el análisis de las guías para el trabajo práctico en varias disciplinas (física, química, biología) de siete países europeos revela la existencia de un objetivo común a los países y a las disciplinas: que el alumno se familiarice con el equipo y los fenómenos (manipular los aparatos, provocar que algo suceda y observar este hecho). Un objetivo menos extendido en estos países y disciplinas es la orga-

nización de una estrategia para realizar una investigación. El trabajo práctico en física parece estar más orientado hacia el aprendizaje de las leyes científicas y de las relaciones entre variables (aprender a procesar los datos y utilizarlos para llegar a una conclusión) que en química o biología; en química el principal objetivo es “aprender a seguir un protocolo de experimentación”, mientras que en biología se presta más atención a cómo llevar a cabo una investigación. (Tiberghien *et al.* 2001).

Numerosos estudios realizados en distintos países revelan las dificultades que encuentran los alumnos para establecer un vínculo entre la experiencia y las teorías. Las actividades prácticas ofrecen pocas oportunidades para que los alumnos hablen de física; la manipulación de los aparatos y las mediciones ocupan gran parte de su tiempo (Niedderer *et al.* 2002) y dan lugar a actividades rutinarias en detrimento de la reflexión acerca de sus experimentos o de cuestiones teóricas (Hucke y Fischer 2002).

Las críticas y sugerencias reflejan dos líneas principales para el desarrollo del trabajo práctico:

- ofrecer una imagen más rica y diversificada del trabajo científico: formulación y reformulación de un problema o de una cuestión; formulación de hipótesis; planificación de experimentos; mejora de un protocolo; control de una serie de variables; recopilación, análisis e interpretación de datos; utilización de simulaciones; debates, etc.;
- dar más autonomía a los alumnos: proponerles tareas más abiertas y permitirles desarrollar actividades de un nivel cognitivo superior.

Algunas de estas sugerencias se inscriben en una perspectiva de desarrollo de una cultura científica, una cultura que coloca en un lugar prominente la construcción, por parte de los alumnos, de representaciones de las actividades y procedimientos científicos.

A.3.2. Formulación y verificación de hipótesis

Siguiendo el trabajo de Piaget, se han realizado numerosas investigaciones acerca del desarrollo del razonamiento hipotético-deductivo en el aprendizaje de las ciencias. Se han analizado distintos tipos de tareas. En algunos casos, el énfasis recae sobre el estudio del efecto de variables dadas (Millar 1996); en otros, los problemas son más abiertos, permitiendo a los alumnos elegir las variables a estudiar (Cauzinille *et al.* 1985; Flandé 2000).

Así, los estudios realizados con alumnos de 9 a 14 años (Cauzinille *et al.* 1985; Millar 1996; Flandé 2000; Millar y Kanari 2003) llaman la atención sobre los siguientes puntos:

- los alumnos casi nunca intentan recurrir espontáneamente a un experimento o a una medición para respaldar una afirmación;
- la realización de un experimento parece ser un medio para disipar dudas y dirimir una controversia; parece que los alumnos tienden a usar los experimentos para verificar una hipótesis sobre la que no existe consenso;
- a esta edad, los alumnos tienden a considerar sólo una variable y, por consiguiente, ignoran las fluctuaciones en las demás variables;
- los alumnos no ven la necesidad de repetir una medición; parece que no se cuestionan la calidad de la medición ni la posibilidad de mejorarla;
- todas las diferencias entre dos medidas que pretenden comprobar el efecto de una variable se consideran significativas; por tanto resulta mucho más fácil para los alumnos pensar que las variables son dependientes (dos medidas les parecen suficientes) que considerarlas independientes;
- la dispersión de los resultados de las mediciones presenta un problema; es necesario obtener el mismo resultado cuando se repite la medición;

- los alumnos sólo prestan atención a las posibles fuentes de la dispersión de los resultados (límites del control de las variables) cuando sus predicciones no coinciden con los resultados.

Los experimentos realizados por Flandé (2000), en los que se utilizan ilustraciones para apoyar el razonamiento de los alumnos, describen el progreso de los alumnos de 10 a 11 años en términos de separación de variables, de formulación de hipótesis, de construcción y análisis de procedimientos para verificar dichas hipótesis.

Por tanto, estas investigaciones aportan información sobre los pasos espontáneos que siguen los alumnos, las posibles etapas del desarrollo de los procedimientos de experimentación, y los tipos de situaciones que pueden favorecer a estos últimos. Así, por ejemplo, los alumnos pueden sugerir que se recurra a la experimentación para resolver sus diferencias de opinión y que se reflexione sobre la dispersión y la calidad de las medidas debido a una contradicción entre los resultados obtenidos y los previstos. Ponen de manifiesto el posible progreso de los alumnos en un marco de estrategias pedagógicas para enseñarles las etapas necesarias, teniendo en cuenta las posibilidades cognitivas de los alumnos.

A.3.3. Enfoques de la investigación científica

Es evidente que el papel que desempeña el trabajo práctico dentro de los currículos de ciencias ha cambiado desde los años 90. Al principio los currículos se centraban, por una parte, en el aprendizaje de la manipulación, y por otra, en la formación de conceptos; después se organizaban según “métodos científicos” estereotipados; paulatinamente han ido prestando mayor atención a las investigaciones abiertas que implican la elaboración de hipótesis, el desarrollo de dispositivos y protocolos de experimentación, la selección de los datos que deben recopilarse y su tratamiento, y la organización y comunicación de los resultados.

Los estudios realizados con alumnos de 15 a 17 años muestran que tales enfoques pueden crear un sentimiento de inseguridad entre los profesores y los alumnos; estos últimos encuentran dificultades especialmente en lo que concierne a la elaboración de dispositivos de experimentación y a la presentación de datos. Esto da lugar a una reflexión sobre la mejor manera de ayudar a los alumnos. Cuando esta ayuda se estructura cuidadosamente, se observan resultados positivos en términos de aprendizaje de conceptos científicos y de comprensión de la naturaleza de la ciencia (Haigh y Forret 2005).

La idea de un desarrollo progresivo, durante varios años, de las competencias de investigación científica de los alumnos ha dado lugar a un estudio (Butler-Songer, Lee y McDonald 2003) sobre el uso de normas de referencia relativas a la formación científica (NRC 2000). Los autores de este estudio constatan que un currículo adopta distintas formas según el contexto (tipo de centro y número de alumnos), el profesor y el nivel de los alumnos. Por consiguiente, sugieren que se ponga a disposición de los profesores un conjunto de actividades que se correspondan con los crecientes niveles de autonomía necesarios en la investigación científica. Desde la misma perspectiva, Windschitl (2003) propone una progresión de las etapas de investigación, partiendo de las más extendidas (verificación de los experimentos y procedimientos previamente estructurados) hacia formas más auténticas de investigación, que pueden ser guiadas (se plantean preguntas a los alumnos) o abiertas (los propios alumnos formulan las preguntas).

Según Millar (1996), parece que al principio los alumnos (de 9 a 12 años) están más dispuestos a situarse en una perspectiva de optimización de un efecto o de un fenómeno, y que más tarde (de los 12 a los 14 años) son capaces de adoptar un enfoque más científico para explorar las relaciones entre variables.

Los estudios de este tipo hacen que sea necesario aclarar una serie de cuestiones epistemológicas. ¿Cuáles son los aspectos esenciales del trabajo de experimentación? ¿Es posible verificar, refutar o corroborar una hipótesis mediante un solo experimento? Si es así, ¿En qué condiciones? En realidad, las respuestas a estas preguntas rara vez son explícitas, aunque el desarrollo de la investigación didáctica nos lleva

poco a poco a respuestas más precisas. Esta exigencia de clarificación se hace más necesaria cuando se desea enseñar la naturaleza de la ciencia, que hoy en día constituye un elemento importante de los currículos que desean promover la cultura científica para todos (Osborne *et al.* 2003; Rudolph 2003; Abd-El-Khalick 2005; Hipkins y Barker 2005).

Estos estudios indican las posibles etapas del desarrollo de investigaciones científicas cada vez más abiertas. De la misma manera, muestran el trabajo que queda por hacer en este terreno, tanto en relación con la clarificación de objetivos, como en relación con propuestas de posibles vías para que los alumnos adquieran las competencias necesarias y los profesores diseñen situaciones de aprendizaje adecuadas.

A.4. La aportación específica de las TIC (tecnologías de la información y la comunicación)

Las aportaciones de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son múltiples; algunas no son específicas de la enseñanza de las ciencias, por ejemplo, los bancos de datos, la realización de ejercicios de forma individual, la transferencia de información y la enseñanza a distancia. La atención de los investigadores de la didáctica de las ciencias se ha centrado en dos formas de utilizar las TIC que son específicas de la enseñanza de las ciencias: la recopilación y el tratamiento de los datos del experimento (el ordenador como herramienta de laboratorio) y el uso de ordenadores para la simulación.

Hucke y Fischer (2002) se preguntan sobre la aportación de la informática a la enseñanza de las ciencias, ya sea para la recopilación y tratamiento de datos, ya sea para la simulación. Llegan a la conclusión de que en el primer caso no contribuye a desarrollar la reflexión teórica de los alumnos y puede reducir la atención que éstos prestan a los experimentos, al desplazarse ésta hacia el funcionamiento del ordenador. En cambio, su utilización para la simulación favorece la reflexión teórica.

Varios estudios (Beaufils y Richoux 2003) se interesan por las posibilidades de visualizar modelos teóricos y desarrollar actividades que:

- exploran y manipulan modelos con el fin de conocer las propiedades de estos modelos y de adoptar sus reglas de funcionamiento;
- llevan a la creación de modelos, es decir, utilizan las TIC para desarrollar modelos de fenómenos físicos.

Estas perspectivas también aparecen en un estudio sobre el aprendizaje de modelos básicos de estructura de la materia (Méheut 1997). Aquí la perspectiva adoptada es la de la construcción progresiva (por parte de alumnos de 12 a 13 años que asisten a *collèges* franceses) de un modelo concreto de la materia, en relación con actividades diseñadas para predecir y explicar la termoelasticidad de los gases. También debe mencionarse el trabajo de Buty (2003), que analiza las posibilidades y los límites didácticos del uso de programas informáticos de simulación en el campo de la óptica geométrica para comprender cómo se forman imágenes en las lentes.

La experiencia muestra que cuando se coordinan las actividades de experimentación y de simulación, éstas últimas pueden servir de “puente cognitivo” entre la teoría y la práctica. Así, Niedderer *et al.* (2002) informan que mientras que las actividades de experimentación habituales conceden importancia a la manipulación de aparatos y a las mediciones, la utilización de simulaciones por ordenador favorece la reflexión teórica. Goldberg y Otero (2001) describen algunas de las actividades cognitivas que acompañan al proceso de formación de conceptos, que al principio son más intensas, cuando se realiza la simulación (fase de construcción de modelos), que durante la realización de experimentos (relación entre el modelo y el experimento).

Bisdikian y Psillos (2002) se interesan especialmente por el papel que pueden desempeñar los gráficos como intermediarios entre los fenómenos físicos y la teoría, y estudian los procesos cognitivos de los alumnos durante una serie de actividades que implican la predicción, la manipulación de aparatos, las mediciones, la simulación y la comparación entre gráficos obtenidos mediante la experimentación y gráficos simulados. El mismo tipo de actividades integradas se encuentra en el experimento propuesto por Zacharia (2003), que combina la predicción, la simulación y la explicación.

Estos estudios suscitan dudas sobre los beneficios de algunas formas de utilización de las TIC (recopilación y proceso automático de datos) y proponen fórmulas para integrar otras (simulaciones) en aquellas actividades que parecen especialmente productivas desde el punto de vista de la actividad cognitiva de los alumnos.

A.5. Las discusiones entre alumnos y el desarrollo de las competencias argumentativas

La importancia que, desde 1990, se concede a la promoción de una cultura científica para todos ha desembocado en un interés por la capacidad de argumentación en el contexto de los debates socio-científicos, que también se consideran una oportunidad para alcanzar una comprensión conceptual y epistemológica de la ciencia (Sadler y Zeidler 2005). Los estudios realizados desde esta perspectiva (Bell y Lederman 2003) revelan la importancia de considerar otras dimensiones que tienen relación con tales debates – emocional, social y moral – y que nos llevan a cuestionar los vínculos que algunos currículos establecen entre la adquisición de conceptos epistemológicos (comprensión de la naturaleza de la ciencia) y el desarrollo de las competencias que se utilizan en los debates socio-científicos (capacidad para reconocer afirmaciones pseudocientíficas y para aplicar los conocimientos científicos a la vida cotidiana).

Simoneaux (2003) compara los argumentos desarrollados por los alumnos durante la realización de “juegos de rol” y de debates más formales. Demuestra que los “juegos de rol” favorecen ciertas competencias retóricas (provocación, sospecha, ironía), mientras que los debates favorecen la argumentación racional.

Grace y Ratcliffe (2002) han estudiado los valores y conceptos presentes en los debates de los alumnos acerca de la conservación de las especies. Comparan los resultados obtenidos en términos de conceptos previstos por expertos y profesores y muestran la importancia que tienen los valores en los debates. Concluyen que es importante diversificar los temas de debate para favorecer el desarrollo conceptual. Sadler y Zeidler (2005) distinguen distintos tipos de razonamiento que pueden aparecer en estos contextos y ratifican la importancia de la elección de los temas de debate, algunos de los cuales pueden favorecer el aspecto emocional a expensas del aspecto racional.

Zohar y Nemet (2002) presentan los resultados de una unidad didáctica cuyo objetivo era desarrollar los conocimientos de los alumnos en materia de genética y sus competencias argumentativas. Esta unidad incluye la enseñanza de conocimientos sobre genética y de los principios de la argumentación, así como su puesta en práctica en debates. Los autores constatan la eficacia de la unidad, tanto a la hora de favorecer la adquisición de conocimientos de genética como a la hora de desarrollar las competencias argumentativas (conclusiones menos frecuentes, con mejor argumentación y contenido más sofisticado).

Mork (2005) revisa las posibles causas de la escasa utilización de actividades de argumentación por parte del profesorado. Las competencias argumentativas son difíciles de adquirir y, por tanto, necesitan un aprendizaje específico; las actividades necesarias requieren mucho tiempo y los recursos que necesitan los profesores para planificar y gestionar estas actividades están poco desarrollados. Apoyándose en la tipología propuesta por Mortimer y Scott (2003), propone un tipo de comunicación “interactiva y dia-

logada" (frente a una de tipo no interactivo y autoritario) para mejorar la calidad de los debates en clase. Analiza las intervenciones del profesor según su finalidad: garantizar la veracidad de la información aportada; reconducir y ampliar el debate; relanzar el debate cuando se llega a un punto muerto; fomentar la implicación de los alumnos y conceder el turno de palabra.

Los estudios citados pueden ser utilizados para ayudar a los profesores a elegir los temas de debate en función de los tipos de argumentación que pretenden favorecer, para ayudarles a dirigir sus intervenciones durante los debates y para sugerirles criterios de evaluación de las competencias argumentativas de sus alumnos.

A.6. El significado de los temas enseñados y la motivación de los alumnos

Esta cuestión surgió en los años 60 y 70 como resultado de un estudio sobre el interés de los alumnos por la ciencia y su actitud hacia ella. En esa época, parecía que no había grandes avances en esta corriente, quizás por falta de herramientas teóricas y metodológicas adecuadas (Ramsden 1998).

Más recientemente, diversos estudios han aportado información general sobre el carácter más o menos motivador de las distintas disciplinas (biología, tecnología, astrofísica, ciencias de la tierra, química y física), sobre el interés de los trabajos prácticos y su relación con la vida cotidiana, así como sobre el carácter constrictivo del aprendizaje científico, que apenas permite la autonomía de los alumnos (Dawson 2000; Osborne y Collins 2001; Baram Tsabari y Yarden 2005).

El enfoque de Häussler y sus colaboradores (1987, 1998, 2000) se apoya en una distinción entre lo personal y lo situacional. Intenta separar las características personales de los alumnos de las características de la situación de aprendizaje. Así, Häussler (1987) propone catalogar las situaciones de aprendizaje en función de tres aspectos: el área de conocimiento (óptica, mecánica), el contexto (la ciencia como esfuerzo intelectual, su aplicación a la vida cotidiana, la preparación para el mundo laboral, su repercusión social) y el enfoque pedagógico de la actividad (transmisión - recepción, resolución de problemas, debates). La cuestión de la motivación de los alumnos puede reformularse en función de factores personales (edad, sexo), y contextuales (características de las situaciones de aprendizaje). Se trata de investigar la interacción de estos factores en relación con la motivación de los alumnos.

En lo concerniente a las disciplinas científicas, parece que las niñas de entre 8 y 14 años están más interesadas por la biología que por la química o la física, mientras que el interés de los niños de la misma edad está más diversificado; con el tiempo se interesan un poco más por la física que por la biología (Stark y Gray 1999).

El estudio realizado por Häussler (1987) con alumnos de 11 a 16 años en distintos *Länder* alemanes revela que:

- las niñas muestran menos interés por la física que los niños; esta diferencia disminuye con la edad;
- al aumentar la edad, disminuye ligeramente el interés por la física, tanto en los niños como en las niñas;
- los niños y las niñas muestran interés por aspectos de la ciencia distintos: las niñas muestran idéntico (o un poco más) interés que los niños por la óptica, la acústica y el calor, y muestran mucho menos interés que ellos por la mecánica, la electricidad y la radiactividad;
- también son evidentes las diferencias entre niños y niñas en relación con el contexto: las niñas tienden a elegir profesiones relacionadas con el arte, la medicina o la orientación, mientras que los niños muestran su preferencia por la física como esfuerzo intelectual y como base para trabajar en la investigación o en áreas técnicas.

Los autores concluyen que las diferencias entre niños y niñas no son muy importantes, aunque se constata la presencia de una constante: el interés de las niñas por la física reside en su utilidad, en su relación con otras disciplinas y en su relevancia para la vida cotidiana. Estos resultados concuerdan con los presentados por Jones, Howe y Rua (2000), quienes muestran que las experiencias extraescolares de los chicos en el campo de la ciencia están relacionadas con la física (juegos electrónicos, cohetes, microscopios), mientras que las de las niñas están más claramente relacionadas con la biología (observar las aves, sembrar, plantar). El interés de ambos por las materias científicas que se enseñan en la escuela se reparten de distinta forma: los niños prefieren las materias técnicas (aviones, ordenadores, nuevas fuentes de energía), y las niñas las materias relacionadas con la percepción y la vida (colores, dietética, comunicación animal, SIDA).

Una reinterpretación (Häussler *et al.* 1998) de los datos presentados en un estudio anterior (Haussler 1987) ha llevado a la identificación de tres tipos distintos de alumnos: el alumno A, que tiene un perfil "tecnocientífico"; el alumno B, "humanista"; y el alumno C, "ciudadano". Los alumnos del tipo A (una cuarta parte del total) muestran un gran interés por la ciencia como esfuerzo intelectual, por los aparatos tecnológicos y por los trabajos relacionados con la tecnología. Este grupo está formado principalmente por varones (4/5). Los alumnos pertenecientes al segundo grupo (un poco más de la mitad del alumnado) se interesan, sobre todo, por la comprensión de los fenómenos naturales y sus consecuencias para la humanidad; este grupo está formado por niños y niñas, a partes iguales (1/2). Los alumnos que pertenecen al tercer grupo (aproximadamente una cuarta parte del alumnado) se interesan principalmente por el impacto de la física en la sociedad; en este caso, el grupo está formado mayoritariamente por niñas (3/4). Las diferencias en función del sexo son evidentes en los grupos A y C; en el B, la distribución por sexos es casi idéntica; este grupo es el más estable en relación con la edad. En cambio, en el primer grupo se aprecia claramente una disminución (y en el tercer grupo, un incremento) de las diferencias en función del sexo a medida que aumenta la edad del alumnado.

Unos estudios complementarios (Häussler y Hoffmann 2000) han puesto de manifiesto el consenso al que han llegado los "expertos" (científicos, ingenieros, profesores) acerca de la importancia que la enseñanza de las ciencias debe conceder a las implicaciones socioeconómicas y a la preparación de los alumnos para la vida laboral. Sin embargo, también existen divergencias: un grupo pone el énfasis en los conceptos y métodos científicos; otro, en los aspectos técnicos y prácticos de la ciencia. Los alumnos manifiestan un gran interés por los aspectos socioeconómicos, prácticos y personales de la ciencia, que no suelen encontrarse en los currículos tradicionales. Estos resultados se han utilizado para elaborar unidades didácticas que han producido beneficios a medio plazo desde el punto de vista cognitivo y afectivo, sobre todo en el caso de las niñas.

Estas investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias vienen a precisar e ilustrar lo que otros han dicho en relación con las diferencias en cuanto a estilos cognitivos en función del sexo. Estas diferencias pueden describirse, de manera general, en términos de oposiciones: analítico/sistémico, cantidad/calidad, resultados/procesos, competición/cooperación, objetivo/subjetivo (Hildebrand 1996). Las niñas se muestran especialmente interesadas en el contexto, mientras que los niños se centran más en la tarea propiamente dicha, con independencia del contexto. Las chicas también manifiestan una preferencia por el trabajo en colaboración con otros y por las discusiones (Harding 1996).

Queremos destacar el proyecto ROSE (*Relevance of Science Education*), dirigido por C. Schreiner y S. Sjøberg, de la Universidad de Oslo (<http://www.ils.uio.no/forskning/rose/>). El proyecto tiene como objetivo explorar la posible relación entre el contexto cultural de los alumnos y sus respuestas a las preguntas de una encuesta que se realiza en 35 países. Se trata de preguntas acerca de los intereses de los alumnos, sus criterios para elegir una profesión y su actitud frente a las ciencias que se enseñan en la escuela. Los primeros resultados de este estudio (todavía parciales) parecen confirmar los resultados de estudios anteriores, especialmente en lo concerniente a las diferencias en función del sexo.

También queremos señalar dos cuestiones que se ponen de manifiesto en un estudio de Osborne, Simon y Collins (2003):

- La importancia del profesor: la eficacia de un currículo sería mínima en comparación con lo que podría obtener un profesor entusiasta y competente. En otras palabras, el dominio de la materia que enseña por parte del profesor constituye un factor determinante.
- La relación entre la actitud y los resultados: los resultados del estudio pueden parecer contradictorios; algunos estudios establecen una correlación positiva entre la motivación del alumno y la calidad del aprendizaje (Zusho *et al.* 2003), mientras que otros no lo hacen (Osborne, Simon y Collins 2003).

B. Estudios sobre el trabajo y la formación del profesorado de ciencias

Esta sección se ocupa especialmente del profesorado de ciencias, de los factores que determinan su práctica docente y de la forma en que evoluciona dicha práctica y, por consiguiente, de la formación del profesorado. Estas cuestiones se abordan desde distintos ángulos.

Algunos estudios centran su atención, por una parte, en la concepción que los profesores tienen de las ciencias y, por otra, de su concepción del aprendizaje de las ciencias; la hipótesis es que estas concepciones repercuten en su práctica docente.

Otros estudios se centran directamente en la propia práctica docente. Aquí se investiga el papel que desempeñan los distintos factores que determinan la práctica docente y la forma en que ésta evoluciona. Y, finalmente, otro estudio analiza la forma en que se difunden las prácticas innovadoras, considerando al profesor receptor y transformador de las intenciones y estrategias pedagógicas concebidas por otros.

B.1. Los conocimientos científicos y pedagógicos del profesorado de ciencias y su evolución

Numerosos estudios revelan que los profesores de ciencias persisten en mantener puntos de vista que se pueden calificar como ingenuamente empiristas/positivistas (Van Driel, Verloop y De Vos 1998; Glasson y Bentley 2000; Abd-El-Khalick 2005), lo que parece coherente con la importancia que conceden a las actividades experimentales en su práctica docente (A.3). La observación ocupa un lugar destacado, confiriendo un carácter absoluto a los hechos experimentales; los profesores subestiman el papel que desempeña la teoría en la realización de experimentos y observaciones, así como el valor de los conocimientos científicos como instrumentos de explicación y predicción.

Estas conclusiones deben ser matizadas por los resultados de otros trabajos que ponen de manifiesto la existencia de contradicciones en las afirmaciones de los profesores según las preguntas que les formulen. Una visión empirista, resultado de su formación inicial, puede coexistir con un enfoque constructivista de la ciencia (como consecuencia de su propio bagaje cultural), que concede mayor importancia a los marcos de referencia teóricos, al conocimiento apriorístico y a los aspectos sociales (Guilbert y Meloche 1993).

Las relaciones entre el concepto que tienen los profesores de la ciencia, del aprendizaje y de la práctica docente son objeto de debate; algunos autores afirman que existe un estrecho vínculo entre estos elementos, mientras que otros autores aprecian divergencias. Esto puede interpretarse como una falta de integración de los distintos tipos de conocimientos que conforman la práctica docente; los profesores noveles demuestran tener menos coherencia que sus colegas con más experiencia (Van Driel, Verloop y De Vos 1998).

Así, por ejemplo, Martínez Aznar *et al.* (2001) muestran que, a pesar de una cierta divergencia de los puntos de vista epistemológicos, los profesores de ciencias consideran que los conocimientos científicos son objetivos, neutrales y descontextualizados. El aprendizaje puede entenderse como el resultado de la

acumulación de aprendizajes parciales, que provienen de dos fuentes principales: la transmisión de conocimientos por parte del profesor y las actividades de los alumnos (manipulación, observación).

Según Koballa y Gräber (2001), es posible distinguir tres conceptos de aprendizaje y de enseñanza de las ciencias en la segunda etapa de formación de profesores en dos universidades, una americana y otra alemana. El aprendizaje puede entenderse como la adquisición de conocimientos científicos, como la resolución de problemas científicos o como el desarrollo de conocimientos significativos; la enseñanza, pues, se entiende como la transmisión de conocimientos, el planteamiento de problemas a los alumnos o como la interacción constructiva entre profesores y alumnos.

Abd-El-Khalick y Lederman (2000) distinguen dos tipos de formación que pretenden hacer evolucionar estas concepciones: un enfoque “implícito”, que se basa en la idea de que al “hacer” ciencia, los propios profesores hacen evolucionar sus conceptos, y un enfoque “explícito”, que se apoya en la historia y la filosofía de la ciencia. Los autores discuten el carácter ingenuo del primer enfoque y constatan la necesidad de sugerir marcos de referencia para que los profesores interpreten su propio trabajo. Analizan los resultados de varios trabajos de investigación sobre estos dos enfoques y concluyen que el segundo es más eficaz en cuanto a las modalidades de evaluación utilizadas (tests de respuestas múltiples, Likert y respuestas cerradas). Sin embargo, los beneficios son escasos. También discuten la pertinencia de las modalidades de evaluación en relación con el objetivo principal: que los profesores sean capaces de desarrollar la comprensión de la naturaleza de la ciencia de sus alumnos. Abogan por una formación del profesorado que incluya actividades científicas y herramientas para analizarlas, junto con la elaboración y puesta en práctica de actividades pedagógicas con los alumnos sobre este tema.

Desde esta perspectiva, Abd-El-Khalick (2005) ha comprobado los efectos de añadir la enseñanza de la filosofía de las ciencias a una formación en los métodos de enseñanza de las ciencias. Concluye que existen importantes beneficios a los que los futuros profesores pueden recurrir cuando realizan actividades con los alumnos.

Debemos mencionar igualmente el trabajo de Windschitl (2003), quien aconseja moderación a la hora de establecer un fuerte vínculo entre la concepción de la ciencia y la práctica docente. En efecto, afirma que, a la hora de realizar actividades de investigación científica en clase, la experiencia personal de actividades de investigación científica es más determinante que la concepción de la ciencia que se afirma tener.

B.2. Análisis de los factores que determinan la práctica del profesorado de ciencias y el desarrollo profesional

Los estudios que se presentan aquí muestran la diversidad de factores que pueden intervenir en la forma en que se enseñan las ciencias, la complejidad de las competencias profesionales necesarias y los distintos programas de formación encaminados al desarrollo de dichas competencias.

Diferentes trabajos ponen de manifiesto la relación entre los conocimientos y competencias científicas de los profesores, su práctica docente y los efectos en los alumnos. Parece que un bajo nivel de competencias científicas se asocia a una práctica docente que apenas permite la formulación de preguntas o la discusión (fichas de trabajo prescriptivas, experimentos simplificados, material escaso o limitado) (Harlen y Holroyd 1997). Además, se ha demostrado que el nivel cognitivo alcanzado por los alumnos está relacionado con los conocimientos que el profesor tiene de la materia (Jarvis y Pell 2004). Estos trabajos subrayan la importancia de la formación científica de los profesores.

Los trabajos realizados en torno a los conocimientos pedagógicos relacionados con los contenidos (*PCK - Pedagogical Content Knowledge*), propuesto por Schulman (Gess-Newsome y Lederman 1999) o de los conocimientos profesionales relacionados con un contexto específico (Morge 2003a), pretenden que los profesores desarrollen unos conocimientos específicos necesarios para la enseñanza de una materia con-

creta. Se destaca la diversidad de elementos necesarios para enseñar una materia determinada: experiencia, conocimientos y competencia del profesor, conocimiento de las dificultades de aprendizaje de los alumnos, conocimiento de los objetivos de la enseñanza de las ciencias y de los currículos, y conocimiento de los métodos pedagógicos y de evaluación.

Estos estudios muestran que los profesores de ciencias hacen caso omiso de algunos conceptos erróneos de sus alumnos (especialmente aquéllos que comparten) y que estos errores persisten después de la enseñanza (como resultado de una pedagogía inadecuada). También muestran que, de manera más general, aunque conozcan las dificultades, no siempre saben cómo ayudar a sus alumnos a superarlas. La importancia que tiene el conocimiento de la disciplina para el desarrollo del PCK se pone de manifiesto en diversos estudios. Sin embargo, tal conocimiento no puede considerarse condición suficiente para una enseñanza eficaz; algunos profesores con un profundo conocimiento de la disciplina son incapaces de ayudar a sus alumnos a adquirir dicho conocimiento (Magnusson, Karcjik y Borko 1999).

En su análisis de los currículos que incluyen la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, Hipkins y Barker (2005) muestran que dichos currículos carecen de claridad, haciéndose necesarios los debates y las aclaraciones. También destacan el hecho de que, aunque los profesores posean una cierta cultura personal sobre estas cuestiones, todavía tienen dificultades para aplicarla a su enseñanza, ya que carecen de recursos que les permitan desarrollar los conocimientos profesionales didácticos necesarios.

Se han realizado numerosos estudios para fomentar el desarrollo de los conocimientos profesionales de distintas materias.

Aplicando el concepto de PCK, Aaltonen y Sormunen (2003) utilizan cuatro parámetros para analizar los efectos que un módulo de formación de profesores puede tener en la manera en que los profesores preparan sus clases: el conocimiento del currículo, de los métodos pedagógicos, del alumnado, y de los recursos y herramientas útiles para presentar los contenidos.

De Jong (2003) estudia el desarrollo del PCK en futuros profesores en formación, prestando especial atención al concepto de modelo y de formulación de modelos. Este estudio pone de manifiesto las dificultades de los profesores a la hora de poner en práctica una enseñanza acorde con sus ideas acerca de estos dos aspectos de la ciencia. Morge (2003b) sugiere una fórmula para enseñar a los profesores a realizar actividades de este tipo, utilizando los resultados de investigaciones sobre la enseñanza de las primeras nociones de la estructura de la materia.

Apoyándose también en el concepto de PCK, Haefner y Zembel-Saul (2004) proponen un programa de formación del profesorado de ciencias encaminado a favorecer el aprendizaje de los conocimientos científicos de los futuros profesores y su posterior aplicación a su práctica docente. También muestran que la evolución de las ideas de los profesores acerca de la ciencia está muy ligada a su experiencia como alumnos. Por tanto, para que los futuros profesores desarrollen unos conocimientos científicos bastante amplios, parece deseable colocarlos en situaciones variadas que les permitan, gracias a la diversidad de las dificultades encontradas, percibir los múltiples aspectos del conocimiento científico. Estos investigadores también muestran una clara evolución de las ideas acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje; al comienzo de su formación, los futuros profesores lo describen principalmente en términos de actividades prácticas de los alumnos y de transmisión de conocimientos por parte del profesor, y al término de su formación conceden mucha más importancia a la formulación de preguntas y a la experimentación.

Desde una perspectiva similar, Windschitl (2003) estudia la repercusión de que los profesores se impliquen en las distintas etapas de una investigación científica abierta sobre su práctica docente. Pone de manifiesto la influencia que la experiencia anterior a la investigación tiene a la hora de que los profesores introduzcan estas actividades en sus clases.

Morge se interesa especialmente por la gestión que realizan los profesores de la producción de los alumnos. Su estudio ofrece un fino análisis de los “conocimientos profesionales relacionados con un contexto específico” (formas de expresar los conceptos, formas en que aprenden los alumnos, argumentos a los que puede recurrir el profesor) adecuados para cada situación de aprendizaje (Morge 2003a). Propone situaciones de formación que simulan la “gestión de la clase”, que exigen la reacción de los futuros profesores ante la producción de los alumnos, a la vez que les permite analizarla (Morge 2003b).

Este conjunto de trabajos de investigación subraya, por una parte, la importancia de los conocimientos que tienen los profesores de su disciplina y la importancia de su propia experiencia respecto de lo que tendrán que enseñar, y, por otra parte, el hecho de que los conocimientos y la experiencia no son suficientes en sí mismas para conseguir una enseñanza eficaz. Exponen la necesidad de elaborar y desplegar recursos pedagógicos adecuados a la enseñanza de cada tema; estos recursos se apoyan en teorías pedagógicas generales, aunque también tienen en cuenta las especificidades de los objetivos que se persiguen, las dificultades de aprendizaje conocidas y las limitaciones impuestas por el contexto de la enseñanza.

B.3. Los profesores como receptores y transformadores de intenciones didácticas

Estos trabajos surgen de la preocupación por la relativa ineficacia de las innovaciones de distinto tipo (nuevos programas y, especialmente, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación) a la hora de modificar la forma en que trabajan los profesores. En este caso, se considera a los profesores receptores de un mensaje formulado en términos de programa o transmitido a través de las TIC.

Los estudios realizados desde esta perspectiva dentro del marco del proyecto europeo STISS (Pinto 2005; Stylianidou, Boohan y Ogborn 2005; Viennot *et al.* 2005) muestran los distintos factores que pueden influir en la aceptación de estas innovaciones por parte del profesor: el dominio de los contenidos por parte del profesor, sus puntos de vista acerca de la ciencia, sus puntos de vista acerca de la enseñanza y el aprendizaje, así como las limitaciones relacionadas con el número de alumnos, el horario y el material.

Así, por ejemplo, un equipo italiano (Stylianidou *et al.* 2000) ha demostrado la importancia de varios factores a la hora de realizar actividades experimentales utilizando microordenadores como herramientas de laboratorio: los conocimientos de la disciplina, la propia experiencia en trabajo de laboratorio y en el uso de las nuevas tecnologías, junto con las ideas acerca del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Un equipo francés (Stylianidou 2005) sugiere que las reacciones de los profesores ante un producto informático dependen de la “distancia” entre este producto y los contenidos, de las prácticas de los profesores y de sus convicciones. Cuando esta “distancia” es pequeña (el producto se ajusta a los contenidos que conoce el profesor, a sus prácticas habituales y a sus convicciones), el profesor acepta el producto fácilmente y lo utiliza con éxito. Si la “distancia” es grande, el producto se utiliza mal y no se alcanzan los objetivos previstos por los que concibieron el producto. Así, por ejemplo, la utilización de ordenadores para recopilar y procesar datos experimentales suele incluirse más fácilmente en la práctica de los profesores que las simulaciones por ordenador, que exigen actividades relacionadas con la formulación de modelos que aún se encuentran poco desarrolladas en la actualidad. Esto lo confirma Zacharia (2003), que demuestra que los profesores están menos familiarizados con el uso de ordenadores para la simulación que con su utilización para la recopilación y tratamiento de los datos, aunque su opinión sobre las posibilidades de las herramientas de simulación mejora mucho cuando las utilizan.

Todos estos trabajos dan como resultado una serie de propuestas para la formación de los profesores de ciencias. Éstos deben tener ocasiones para reflexionar sobre el uso que hacen de la simulación por ordenador, para tomar nota de las prácticas y recomendaciones de otros profesores y para luego planificar, evaluar y comparar sus propios intentos con los realizados por otros profesores (Stylianidou, Boohan y Ogborn 2005).

Viennot *et al.* (2005) proponen que se ayude a los profesores a ser conscientes de la importancia de algunos “detalles” que se consideran cruciales en relación con las intenciones de los innovadores, con las dificultades que encuentran los alumnos y con el éxito de los procedimientos propuestos. Esto se puede hacer:

- especificando los objetivos, los diversos puntos de vista sobre el aprendizaje y la importancia que se concede a las ideas comunes que tienen los alumnos;
- facilitando a los profesores documentos que les permitan darse cuenta de la importancia de su propio esquema conceptual y del de sus alumnos;
- poniendo énfasis en detalles que se consideran cruciales mediante el análisis de las propuestas realizadas por otros profesores.

Otros estudios (Davis 2003) presentan de forma más general la cuestión de la compatibilidad entre un currículo impuesto y los conceptos y valores de los profesores. Teniendo en cuenta que la reforma de un currículo afecta poco a las prácticas del profesor, proponen utilizar un modelo “constructivista” para la formación del profesorado. Insisten en la importancia de tomar como punto de partida los conocimientos, los conceptos y las competencias del profesor y en permitir a los profesores que reflexionen sobre su propio concepto de enseñanza/aprendizaje y sobre los nuevos contenidos. También proponen que se ofrezca a los profesores la posibilidad de formarse en un contexto interactivo que enlace la práctica en el aula y las discusiones entre profesores con los resultados de la investigación. A partir de este estudio, que trata de la aplicación de un currículo concebido por otros e impuesto a los profesores, advierten de la dificultad para llevar a cabo una reforma y de la necesidad de una visión a largo plazo (más de tres años) para que dicha reforma tenga éxito. También distinguen dos maneras de enfocar una reforma: la aplicación de un currículo (*curriculum implementation* o *CI*) y el desarrollo y adaptación de un currículo (*curriculum development and adaptation* o *CDA*); sus argumentos se inclinan a favor de esta última, que implica a las distintas partes interesadas en la educación y provoca un cambio mediante la evolución gradual de la práctica.

Conclusión

Partiendo de la preocupación por mejorar la enseñanza de las ciencias y la formación de los profesores, la didáctica de las ciencias ha desarrollado, desde su aparición en los años 70, una serie de áreas de investigación: el estudio de conceptos y formas de razonamiento basados en el “sentido común”; la creación y validación de situaciones de aprendizaje; la motivación de los alumnos para estudiar ciencias; la construcción y utilización de aplicaciones informáticas; la difusión de prácticas innovadoras; la formación del profesorado, etc.

El tratamiento de estas cuestiones ha llevado a la incorporación gradual de las aportaciones realizadas por diversas disciplinas, especialmente la historia y la filosofía de las ciencias, y la psicología:

- la psicología cognitiva, especialmente en relación con los conceptos, las formas de razonamiento y procedimientos espontáneos de los alumnos y con la evolución de los mismos;
- la psicología afectiva y social, especialmente por los trabajos relacionados con la motivación de los alumnos y la creación de situaciones de enseñanza/aprendizaje.

Dentro de Europa, el debate entre los grupos nacionales de investigación en didáctica es relativamente reciente. Tiene lugar desde los años 80, principalmente a través de revistas internacionales y simposios. La Asociación Europea para la Investigación en Didáctica de las Ciencias (*European Science Education Research Association - ESERA*) fue creada en 1994, y sus reuniones periódicas (congresos y escuelas de verano) son acontecimientos importantes. Algunos proyectos financiados por la Unión Europea, como *Labwork in Science Education* (el trabajo de laboratorio en la didáctica de las ciencias) (Séré 2002) o *Science Teacher Training in an Information Society* (la formación del profesorado de ciencias en la socie-

dad de la información) (Pinto 2005) han permitido una interacción fructífera. En la actualidad, los marcos teóricos y metodológicos de la investigación todavía conservan rasgos culturales y geográficos específicos, aunque el contacto entre las distintas corrientes de investigación permite que se pongan de manifiesto cuestiones de interés común.

Hoy en día se dispone de resultados importantes para la enseñanza de las ciencias y la formación del profesorado. Por una parte, tenemos los resultados de la investigación acerca de las dificultades de aprendizaje y acerca de los conceptos y formas de razonamiento basados en el sentido común. Por otra parte, la investigación ha puesto de manifiesto los factores que determinan el interés de los alumnos por las ciencias (la edad y el sexo) y arrojan luz sobre la elección de contenidos, objetivos y estrategias pedagógicas, lo que puede redundar en una mejor formación del profesorado de ciencias.

Los estudios sobre la creación y experimentación de situaciones de enseñanza/aprendizaje han aportado información valiosa acerca de la capacidad cognitiva de los alumnos y el desarrollo de la misma. Los profesores pueden recurrir a esta información para mejorar su práctica docente ya que les ofrece ejemplos de actividades con una argumentación *a priori* (especificación de los objetivos y de los puntos de vista epistemológicos y pedagógicos subyacentes) que ya han sido experimentadas y probadas. La investigación también ofrece criterios para la gestión de situaciones de aprendizaje abiertas, encaminadas a orientar a los alumnos en la construcción de sus propios conocimientos.

La investigación sobre la práctica y la formación del profesorado permite identificar las necesidades de dicha formación. Revela la importancia de que los profesores dominen los conceptos y los procedimientos específicos de la disciplina que enseñan. Parece una condición necesaria para el desarrollo de prácticas pedagógicas no estereotipadas e innovadoras, pero no es suficiente. La aplicación de tales conocimientos científicos profundos por parte del profesor supone el despliegue de otro tipo de conocimientos. Esto nos lleva a proponer el estudio de los efectos de los programas de formación basados en las diversas formas de relacionar la formación científica, pedagógica y didáctica con las situaciones de aprendizaje. Se trata de elaborar y de experimentar programas de formación que respondan a las necesidades de los profesores, que se traduzcan en la mejora de sus conocimientos acerca de la disciplina que imparten y de las competencias pedagógicas que necesitan para aplicarlas en su práctica docente. Se ve, en concreto, cómo la investigación sobre los procedimientos científicos incorporados recientemente a los currículos (investigación científica, formulación de modelos, argumentación) puede aportar recursos para la creación y gestión de situaciones de aprendizaje abiertas, que puedan favorecer el desarrollo de competencias de alto nivel de los alumnos.

Bibliografía

- Aaltonen, K. y Sormunen, K. (2003) Describing the development of PCK in science teacher education. Documento presentado en *The Fourth ESERA Conference: Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, Países Bajos.
- Arnold, M. y Millar, R. (1996) Learning the scientific 'story': a case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. *Science Education*, 80(3), 249-281.
- Abd-El-Khalick, F. y Lederman, N.G. (2000) Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F. (2005) Developing deeper understanding of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27 (1), 15-42.
- American Association for the Advancement of Science (1989) *Science for All Americans. Project 2061* (New York: Oxford University Press).
- Andersson, B.R. (1990) Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Baram Tsabari, A. y Yarden, A. (2005) Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. *International Journal of Science Education*, 27 (7), 765-80.
- Barbas, A. y Psillos, D. (1997) Causal reasoning as a base for advancing a systemic approach to simple electrical circuits. *Research in Science Education*, 27 (3), 445-59.
- Beaufils, D. y Richoux, B. (2003) Un schéma théorique pour situer les activités avec des logiciels de simulation dans l'enseignement de la physique. *Didaskalia*, 23, 9-38.
- Bell, R.L. y Lederman, N.G. (2003) Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87 (3), 352-77.
- Bisdikian, G. y Psillos, D. (2002) Enhancing the linking of theoretical knowledge to physical phenomena by real-time graphing. En D. Psillos y H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 193-204.
- Butler-Songer, N., Lee, H.-S. y McDonald, S. (2003) Research towards an expanded understanding of inquiry science beyond one idealized standard. *Science Education*, 87 (4), 490-516.
- Buty C. (2003) Richesses et limites d'un «modèle matérialisé» informatisé en optique géométrique. *Didaskalia*, 23, 39-63.
- Cauzinille, E., Méheut, M., Séré, M.G. y Weil-Barais, A. (1985) The influence of a priori ideas on the experimental approach. *Science Education*, 69 (2), 201-211.
- Chauvet, F. (1996) Teaching colour: design and evaluation of a sequence. *European Journal of Teacher Education*, 19 (2), 119-134.
- Council of Ministers of Education (1997) *Pan Canadian Science Project 1997. Common framework of science learning outcomes* <http://www.cmec.ca/science/v0201en.htm>
- Davis, K. S. (2003) 'Change is hard': What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education*, 87 (1), 3-30.
- Dawson, C. (2000) Upper primary boys' and girls' interests in science: have they changed since 1980? *International Journal of Science Education*, 22 (6), 557-570.
- De Jong, O. (2003) Exploring science teachers' pedagogical content knowledge? En D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E., Hatzikraniotis, G., Fassouloupoulos y M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 373-82.

- Dewey, I. y Dykstra, D.I. (1992) Studying conceptual change: constructing new understandings. En R. Duit, F. Goldberg y H. Niedderer (Eds) *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies* (Kiel: IPN) 40-58.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (Eds) (1985) *Children's Ideas in Science* (Milton Keynes: Open University Press).
- Flandé, Y. (2000) *Protocoles expérimentaux, tests d'hypothèses et transfert*, Thèse de doctorat, Université Paris 7.
- Flandé, Y. (2003) Le pendule, comme support de tests d'hypothèses. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 97 (850), 85-102.
- Gallili, I. (1996) Students' conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 847-868.
- Gallili, I. y Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22 (1), 57-88.
- Gess-Newsome, J. y Lederman N.G. (Eds) (1999) *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Dordrecht: Kluwer).
- Glasson, G.E. y Bentley, M.L. (2000) Epistemological undercurrents in scientists' reporting of research to teachers. *Science Education*, 84 (4), 469-485.
- Gilbert, J.K. y Boulter, C. (1998) Learning science through models and modelling. In B.J. Fraser y K.G. Tobin (Eds) *International Handbook of Science Education* (Dordrecht: Kluwer) 53-67.
- Goldberg, F. y Otero, V. (2001) The roles of laboratory and computer simulator experiments in helping students develop a conceptual model of static electricity. En D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis y M. Kallery (Eds) *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Thessaloniki: Art of Text) 29-31.
- Grace, M. M. y Ratcliffe, M. (2002) The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1157-69.
- Guilbert, L. y Melloche, D. (1993) L'idée de science chez des enseignants en formation: un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions. *Didaskalia*, 2, 7-30.
- Haefner, L.A. y Zembel-Saul, C. (2004) Learning by doing? Prospective elementary teachers' developing understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 26 (13), 1653-1674.
- Haigh, M. y Forret, M. (2005) Is 'doing science' in New Zealand classrooms an expression of scientific enquiry? *International Journal of Science Education*, 27 (2), 215-26.
- Harlen, W. y Holroyd, C. (1997) Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, 19 (1), 93-105.
- Häussler, P. (1987) Measuring students' interest in physics – design and results of a cross sectional study in the Federal Republic of Germany. *International Journal of Science Education*, 9 (1), 79-92.
- Häussler, P., Hoffman, L., Langeheine, R., Rost, J. y Sievers, K. (1998) A typology of students' interest in physics and the distribution of gender and age within each type. *International Journal of Science Education*, 20 (2), 223-238.
- Häussler, P. y Hoffmann, L. (2000) A curricular frame for physics education: development, comparison with students' interests, and impact on students' achievement and self-concept. *Science Education*, 84 (6), 689-705.
- Harding, J. (1996) Girls' achievement in science and technology. Implications for pedagogy. En P. Murphy y C.V. Gipps (Eds) *Equity in the classroom, towards effective pedagogy for girls and boys*, (London: Falmer Press) 111-23.

Hildebrand, G.M. (1996) Redefining achievement. In P. Murphy y C.V. Gipps (Eds) *Equity in the classroom, towards effective pedagogy for girls and boys*. (London: Falmer Press) 149-69.

Hipkins, R. y Barker, M. (2005) Teaching the 'nature of science': modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27 (2), 243-254.

Hucke, L. y Fischer, H.E. (2002) The link of theory and practice in traditional and in computer-based university laboratory experiments. En D. Psillos y H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 205-218.

Jarvis, T. y Pell, A. (2004) Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two year science in-service programme and their effect on pupils. *International Journal of Science Education*, 26 (14), 1787-1811.

Jenkins, E.W. (1999) Practical work in school science. En J. Leach y A. Paulsen (Eds) *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies* (Dordrecht: Kluwer) 19-32.

Johsua, S. y Dupin, J.J. (1993) Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques (Paris: PUF).

Jones, M.G., Howe, A. y Rua, M.J. (2000) Gender differences in students' experiences, interests and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84 (2), 180-92.

Koballa, T. y Gräber, W. (2001) Prospective science teachers' conceptions of science teaching and learning: a methodological reconsideration. En D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikranielis y M. Kallery (Eds) *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Thessaloniki: Art of Text) 115-117.

Komorek, M., Stavrou, D. y Duit, R. (2003) Non linear physics in upper physics classes: educational reconstruction as a frame for development and research in a study of teaching and learning basic ideas of nonlinearity. En D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikranielis, G. Fassoulopoulos y M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 269-78.

Leach, J. y Paulsen, A. (1999) Introduction. En J. Leach y A. Paulsen (Eds) *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies* (Dordrecht: Kluwer) 17-18.

Lemeignan, G. y Weil Barais, A. (1994) Developmental approach to cognitive change in mechanics. *International Journal of Science Education*, 16 (1), 99-120.

Lijnse, P. (1995) 'Developmental research' as a way to an empirically based 'didactical structure' of science. *Science Education*, 79 (2), 189-99.

McDermott, L.C. (1984) Revue critique de la recherche dans le domaine de la mécanique. In *Recherche en didactique de la physique: les actes du premier atelier international* (Paris: Editions du CNRS) 137-82.

Magnusson, S., Karjick, J. y Borko, H. (1999) Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En J.Gess-Newsome y N.G. Lederman (Eds) *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Dordrecht: Kluwer) 95-132.

Martinez Aznar, M. M., Martin Del Pozo, R., Rodrigo Vega, M., Varela Nieto, M. P., Fernández Lozano, M. P. y Guerrero Seron, A. (2001) ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 67-87.

Méheut, M. (1997) Designing a learning sequence about a pre-quantitative kinetic model of gases: the parts played by questions and by a computer-simulation. *International Journal of Science Education*, 19(6), 647-60.

Méheut M. y Psillos D. (2004) Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 515-35.

- Millar, R. (1996) Investigation des élèves en sciences: une approche fondée sur la connaissance. *Didaskalia*, 9, 9-30.
- Millar, R. y Kanari, Z. (2003) How children reason from data to conclusions in practical science investigations. En D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos y M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 117-26.
- Ministry of Education (1993) *Science in the New Zealand Curriculum* (Wellington: Learning Media).
- Morge, L. (2001) Caractérisation des phases de conclusion dans l'enseignement scientifique. *Didaskalia*, 18, 99-120.
- Morge, L. (2003a) Les connaissances professionnelles locales: le cas d'une séance sur le modèle particulière. *Didaskalia*, 23, 101-32.
- Morge, L. (2003b) Mesure de l'impact d'une formation aux interactions sur les pratiques enseignantes et les performances des élèves: aspects méthodologiques. En V. Albe, C. Orange y L. Simonneaux (Eds) *Recherches en Didactique des Sciences et des Techniques: Questions en Débat, Actes des Troisièmes Rencontres Scientifiques de l'ARDIST* (Toulouse: ENFA) 101-106.
- Mork, S.M. (2005) Argumentation in science lessons: Focusing on the teacher's role. *Nordic Studies in Science Education*, 1, 17-30.
- Mortimer, E. y Scott, P. (2003) *Meaning making in secondary science classrooms*. (Maidenhead and Philadelphia: Open University Press).
- National Research Council (1996) *National Science Education Standards* (Washington: National Academy Press).
- National Research Council (2000) *Inquiry and the National Science Education Standards* (Washington: National Academy Press).
- Niedderer, H., Aufschnaiter, S., Tiberghien, A., Buty, C., Haller, K., Hucke, L., Sander, F. y Fischer, H. (2002) Talking physics in labwork contexts – A category based analysis of videotapes. En D. Psillos y H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 31-40.
- OECD (2001) *Programme for International Student Assessment* (Paris: OECD).
- Osborne, J. y Collins, S. (2001) Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23 (5), 441-467.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. y Duschl, R. (2003) What 'Ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7) 692-720.
- Osborne, J., Simon, S. y Collins, S. (2003) Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1080.
- Pinto, R. (2005) Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education. *Science Education*, 89 (1) 1-12.
- Ramsden, J.M. (1998) Mission impossible? Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20 (2), 125-138.
- Ravanis, K. y Papamichael, Y. (1995) Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentations spontanées des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia*, 7, 43-61.
- Robardet, G. (1995) Situations problèmes et modélisation; enseignement en lycée d'un modèle newtonien de mécanique. *Didaskalia*, 7, 131-43.
- Rudolph, J.L. (2003) Portraying epistemology: school science in historical context. *Science Education*, 87 (1), 64-79.

Sadler, T.D. y Zeidler, D.L. (2005) Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (1), 112-38.

Séré, M.G. (2002) Towards renewed research questions from the outcomes of the European project Labwork in Science Education. *Science Education*, 86 (5), 624-44.

She, H. y Fisher, D. (2002) Teacher communication behaviour and its association with students' cognitive and attitudinal outcomes in science in Taiwan. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (1), 63-78.

Shipstone, D. (1985) Electricity in simple circuits. En R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien (Eds) *Children's Ideas in Science* (Milton Keynes: Open University Press) 33-51.

Simonneaux, L. (2003) Different types of classroom debates on biotechnology. Are they simply an exercise in rhetoric or do they encourage a well-founded critical attitude? En D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos y M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 285-293.

Stark, R. y Gray, D. (1999) Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education*, 21 (6), 633-43.

Stylianidou, F., Ogborn, J., Etresen, O., Balzano, E., Giberti, G., Gutierrez, R., Kolsto, S.D., Monroy, G., Perez, O., Pinto, R., Quale, A., Rebmann, G. y Sassi, E. (2000) *The nature of use by science teachers of informatic tools. Transversal report on STISS WP1.2.* <http://www.blues.uab.es/~idmc42/>

Stylianidou, F., Boohan, R. y Ogborn, J. (2005) Science teachers' transformations of the use of computer modeling in the classroom: using research to inform training. *Science Education*, 89 (1), 56-70.

Tiberghien, A. (1984) Revue critique sur les recherches visant à élucider le sens des notions de circuits électriques pour les élèves de 8 à 20 ans. In *Recherche en didactique de la physique: les actes du premier atelier international.* (Paris: Editions du CNRS) 91-108.

Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J.F., Buty, C. y R. Millar (2001) An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. *Science Education*, 85 (5), 483-508.

Van Driel, JH, Verloop, N., & DeVos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching* 35, 673-695.

Viennot, L. (1996) *Raisonnement en physique: la part du sens commun.* (Bruxelles: De Boeck).

Viennot, L., Chauvet, F., Colin, P. y Rebmann, G. (2005) Designing strategies and tools for teacher training: the role of critical details, examples in optics. *Science Education*, 89 (1), 13-27.

Viiri, J. y Saari, H. (2004) Research based teaching unit on the tides. *International Journal of Science Education*, 26 (4), 463-82.

Windschitl, M. (2003) Inquiry projects in science teacher education: what can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87 (1), 112-43.

Zacharia, Z. (2003) Beliefs, attitudes and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (8), 792-823.

Zohar, A. y Nemet, F. (2002) Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (1), 35-62.

Zusho, A., Pintrich, P.R., Arbor, A. y Coppola, B. (2003) Skill and will: the role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1081-94.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente documento trata de analizar algunos de los factores principales que influyen en la enseñanza de las ciencias en los centros escolares europeos. Desde la perspectiva de las políticas educativas, al menos tres grandes áreas (la formación del profesorado, los currículos escolares de ciencias y la evaluación de los alumnos) son susceptibles de estar orientadas por las administraciones educativas centrales, dependiendo de la configuración concreta de cada sistema educativo y de la naturaleza de la autoridad ejercida por el Ministerio de Educación.

A pesar del elevado grado de autonomía del que disfrutaban los centros de formación del profesorado de Primaria y Secundaria en cuanto a la concepción y gestión de sus actividades de formación, una primera conclusión que se puede extraer del estudio es que las recomendaciones y las normas de las administraciones competentes en materia de programas de formación (tanto en términos generales como en relación con los conocimientos y las competencias científicas específicas) son amplias y numerosas. Los currículos escolares, obligatorios o recomendados, también tienden a ser muy detallados.

Los datos recopilados pretenden establecer la posible diferencia entre la enseñanza de las ciencias como una materia integrada y la enseñanza de la física y la biología como materias independientes en Secundaria inferior (gráfico 3.1). En los documentos oficiales se aprecian pocas diferencias entre la física y la biología. De forma muy limitada (principalmente en Chipre), las normas de las administraciones educativas centrales o con competencias plenas prestan más atención a la física que a la biología. En Grecia, Chipre, los Países Bajos y Austria, por ejemplo, la verificación de una ley científica mediante la experimentación no figura en los programas de biología de Secundaria. Sin embargo, las diferencias de este tipo son mínimas.

Innovación en la enseñanza de las ciencias: (futuros) profesores y formadores de profesores

La formación del profesorado, inicial o permanente, representa la principal conexión entre las teorías y la práctica de la enseñanza. Los formadores de profesores desempeñan un papel fundamental a la hora de transmitir ideas no sólo sobre lo que conviene enseñar, sino acerca de cómo enseñar. Por tanto interesa examinar el tipo de cualificación y de experiencia de los formadores del profesorado de ciencias. El análisis demuestra que las normas centrales se ocupan más de la cualificación científica en relación a los contenidos que de la experiencia en investigación educativa. En la mayoría de los países los formadores de profesores deben poseer un título en una materia científica (a menudo de nivel *Master* o superior), mientras que aproximadamente en la mitad de los países se les exige (o se les anima a obtener) una cualificación pedagógica. Sin embargo, muy pocos países especifican la obligación de poseer experiencia en el campo de la investigación educativa. Menos frecuente aún es la obligación de poseer un título específico como formador de profesores y como responsable de las prácticas que los futuros profesores realizan en un centro escolar. El enfoque general, coherente con la autonomía de los centros de formación del profesorado, se centra en una exigencia de calidad de la oferta de formación, sin prescribir la forma de llevarla a cabo (capítulo 2).

La escasez de normativa central en esta área (competencias pedagógicas e investigación en materia de educación) da lugar a que surjan preguntas sobre la preparación de los futuros profesores a la hora de aplicar enfoques innovadores. Los factores que influyen en la actitud de los profesores ante las innovaciones se han analizado recientemente (sección B.3). La necesidad de salvar la distancia (cuando ésta existe) entre la investigación científica en materia de educación y la innovación, por una parte, y las con-

vicciones y las prácticas de los profesores de ciencia por otra, constituye un tema crucial. La relativa ineficacia de varios intentos de innovación (por ejemplo, la utilización de simulaciones por ordenador) se atribuye a la “distancia” entre las prácticas innovadoras y las prácticas habituales y convicciones de los profesores. Si la distancia es corta, es más fácil adaptarse al cambio. A los profesores de materias científicas se les debe ofrecer la oportunidad de formarse en un contexto interactivo que enlace la práctica en clase con las discusiones con los formadores y con profesores implicados en la investigación. De esta forma pueden “construir” valores adecuados y conceptos que puedan mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias en los centros escolares.

Desarrollo de un razonamiento científico mediante la investigación

La aportación de los trabajos prácticos al aprendizaje está bien documentada en la investigación sobre didáctica de las ciencias (sección A.3). Los tipos de actividades que se exige que los alumnos realicen en el laboratorio pueden ser relativamente limitadoras o, por el contrario, más abiertas, con el fin de permitirles desarrollar competencias cognitivas complejas. El desarrollo del razonamiento científico se basa en una enseñanza y un aprendizaje que subrayan la importancia del desarrollo de una comprensión global (y, por tanto, compleja) de las actividades y procedimientos científicos, reflejando el enfoque de los científicos profesionales.

La investigación sugiere que las ciencias, en el nivel de Secundaria, a veces presentan un enfoque más “estereotipado” de las actividades prácticas (las actividades se conciben para llegar a conclusiones preestablecidas o evidentes). En cambio, en Primaria, la enseñanza parece estar más abierta a las actividades de investigación (sección A.3.1). Sin embargo, el análisis de los programas escolares realizado en el presente documento constata que, en la mayoría de los países, los de Secundaria inferior exigen un conjunto de conocimientos y experiencias más complejos, así como una actividad más independiente por parte de los alumnos (gráfico 3.4). Esto responde, por supuesto, al principio de desarrollo gradual de la competencia de investigación científica de los alumnos (sección A.3.3).

Una cuestión relacionada con las anteriores, y de gran importancia, es el desarrollo de un razonamiento científico por parte de los propios profesores. La relación entre los conocimientos y las competencias científicas de los profesores, la manera en la que enseñan las ciencias, así como la repercusión de estos factores en los alumnos, se pone de manifiesto en varios estudios (sección B.3). Se ha demostrado que el nivel cognitivo alcanzado por los alumnos está relacionado con la competencia de los profesores en las disciplinas correspondientes. Esto subraya la importancia de la formación de los profesores y, más concretamente, de su formación científica. El gráfico 1.4 muestra que los conceptos y teorías científicas, al igual que las actividades de experimentación/investigación, forman parte integral de la formación del profesorado. El gráfico 1.5 especifica los tipos de trabajo de experimentación/investigación obligatorios o recomendados dentro del marco de la formación científica del profesorado. Muestra que es muy probable que los profesores de Secundaria hayan tenido experiencia en este tipo de trabajos, especialmente en trabajo de laboratorio y en proyectos científicos.

Las dimensiones contextuales del aprendizaje científico

Los programas escolares de Primaria y Secundaria de casi todos los países incluyen una dimensión contextual en la enseñanza de las ciencias. Las cuestiones científicas y sociales contemporáneas tienen una cobertura especialmente amplia, incluso mayor que la historia de las ciencias (gráfico 3.2). Esto puede tener relación con los programas de formación del profesorado, que también se centran menos en la historia de las ciencias (gráfico 1.4). Las discusiones sobre el papel que desempeña la ciencia en la sociedad y sobre la búsqueda de información están muy presentes en los programas de Primaria (gráfico 3.6). Este enfoque parece ser coherente con la importancia que recientemente se concede a la promoción de la ciencia como elemento de cultura general (sección A.5). Se espera que los alumnos, además de apren-

der a mantener una discusión científica, sean capaces de presentar y comunicar los procesos y los resultados de su aprendizaje científico (esta competencia aparece como un elemento clave en los programas escolares de ciencias en toda Europa). Se insiste en la conveniencia de animar a los alumnos a expresarse con claridad y a comprender su trabajo en un contexto más amplio.

Para favorecer la discusión y abordar cuestiones más amplias vinculadas al contexto es preciso que los profesores sean capaces de gestionar situaciones de aprendizaje dinámicas e interactivas. ¿Qué nos dice la formación del profesorado sobre la manera en que se adquieren estas competencias? El análisis muestra que en casi todos los países se exige que los profesores se mantengan al tanto de los avances científicos y actualicen sus conocimientos (gráfico 1.3) y que la elección de contextos de aprendizaje significativos forma parte de la formación profesional del profesorado de ciencias.

Aplicación de las tecnologías de la información

La utilización de aplicaciones informáticas constituye un recurso de gran valor para la mejora del aprendizaje científico. Las investigaciones realizadas principalmente en Secundaria superior han demostrado que las simulaciones por ordenador adecuadas ofrecen a los alumnos la posibilidad de visualizar modelos teóricos, proporcionando un “puente cognitivo” entre la teoría y la práctica y mejorando la comprensión cognitiva (sección A.4).

Sin embargo, las simulaciones por ordenador rara vez se incluyen en los programas escolares de Primaria. Esta ausencia está relacionada, sin duda, con la edad de los niños, ya que se considera que estas actividades no son adecuadas para su nivel de desarrollo. También en Secundaria inferior se observa una escasa presencia de las simulaciones por ordenador dentro de las actividades recomendadas (gráfico 3.5).

Otros usos de la informática, aunque menos productivos desde el punto de vista de la actividad cognitiva según algunos estudios, están más extendidos (sección A.4). Se trata de actividades como la utilización de ordenadores para registrar los resultados y los datos de los experimentos, así como para buscar información en Internet y comunicarse con otros alumnos (gráfico 3.5). Estas actividades se contemplan como una utilización más “familiar” de la informática para la enseñanza de las ciencias (especialmente la utilización de ordenadores para la recopilación y el tratamiento de los datos de los experimentos).

Los profesores de ciencias y el razonamiento basado en el “sentido común”

Los conceptos y el razonamiento basado en el “sentido común” que muestran muchos alumnos a la hora de enfrentarse a los fenómenos científicos constituyen un reto cognitivo que los profesores de ciencias deben afrontar para que su trabajo tenga éxito. Al principio, los niños ofrecen una explicación espontánea de los fenómenos que difiere de los métodos científicos de explicación y de razonamiento (sección A.1). Si los profesores no tienen en cuenta estas interpretaciones espontáneas para reaccionar de forma adecuada, los alumnos aprenden las ciencias de forma menos eficaz y con menos seguridad – un aspecto importante teniendo en cuenta la necesidad de mejorar el interés por la ciencia y aumentar el número de alumnos de las disciplinas científicas. Sin embargo, el análisis de las directrices emanadas de las administraciones educativas en materia de formación del profesorado revela que en casi la mitad de los sistemas educativos examinados no existen normas sobre la formación relacionada con el conocimiento de los conceptos y el razonamiento basados en el “sentido común”, ni sobre la capacidad para tenerla en cuenta al enseñar (gráfico 1.3).

Algunas reformas recientes reflejan la necesidad de revisar los métodos de enseñanza. Por ejemplo, el nuevo enfoque de los Países Bajos exige que los profesores tengan en cuenta los conceptos y el razonamiento basado en el sentido común que tienen los alumnos, con el fin de desarrollar una comprensión precisa y afinada de los fenómenos científicos.

Respuesta a las diferencias en función del sexo

La necesidad de establecer el equilibrio entre los sexos a la hora de reclutar alumnos para las áreas científicas y de animar a los jóvenes en general, y a los jóvenes en particular, a interesarse por las carreras científicas forma parte de la estrategia de Lisboa (programa de trabajo detallado - Educación y Formación 2010; también es uno de los cinco parámetros que establecen los objetivos cuantitativos para 2010). La experiencia temprana del aprendizaje científico (en Primaria y Secundaria inferior) desempeña un papel formativo a la hora de mantener y desarrollar el interés de las chicas (y de los chicos) por las materias científicas.

Aunque las diferencias de actitud y de motivación para el aprendizaje entre chicos y chicas están bien documentadas (sección A.6), los datos muestran que la sensibilización de los profesores hacia estas diferencias no suele contemplarse en las directrices de las administraciones educativas competentes relativas a la formación del profesorado (el gráfico 1.1 muestra que, aproximadamente, sólo la mitad de los sistemas educativos incluyen una referencia a este aspecto). Esto puede tener repercusiones importantes. Si a los profesores no se les enseña a tener en cuenta los distintos estilos o preferencias de aprendizaje de las chicas y de los chicos (que sólo pueden corroborar los programas detallados de centros de formación del profesorado concretos), ¿significa que uno u otro grupo se retrasa porque no se ha explorado totalmente su potencial? Queda la cuestión de si los currículos de ciencias y los métodos de enseñanza favorecen a los varones, o si son suficientemente flexibles para tener en cuenta todos los tipos de preferencias en materia de aprendizaje.

El papel de la evaluación en la determinación de lo que debe enseñarse

Este documento aborda todos los tipos de competencias y de conocimientos evaluados mediante exámenes concebidos por las administraciones educativas competentes (con fines de certificación o de evaluación). La evaluación normalizada de los alumnos no es habitual en Europa (gráfico 4.1), aunque la forma en que se evalúan las ciencias está en proceso de revisión (en el plano político) en casi todos los países. El gráfico 4.4 muestra que en casi todos los países la evaluación es objeto de debate; en concreto, varios países están elaborando normas de referencia nacionales y/o exámenes de materias científicas. En la mayoría de los casos, la especificación de las normas ha exigido una revisión, o incluso una nueva elaboración, de los currículos escolares de ciencias (gráfico 3.7).

El estudio muestra que, cuando existe, la evaluación normalizada suele ser coherente con las actividades y los objetivos que se contemplan en los currículos de ciencias (lo que significa que los alumnos se examinan de lo que les han enseñado), pero también que los tipos de conocimientos y competencias evaluados tienden a ser bastante amplios, englobando los conocimientos, las competencias prácticas, la capacidad para procesar los datos y el razonamiento científico (gráfico 4.2).

La mayor importancia que se concede a la evaluación normalizada, puesta de manifiesto por la expansión de los sistemas centralizados de control y de evaluación en varios países, tiene implicaciones para la enseñanza de las ciencias en el currículo obligatorio. Las reformas no deben suponer un freno para métodos de enseñanza innovadores, sino que deben contribuir a mejorar la eficacia de la enseñanza de las ciencias. El estudio revela que varios países están trabajando para ampliar el abanico de competencias evaluadas y están adoptando técnicas de evaluación innovadoras (sección 4.4).

GLOSARIO

Códigos de países

EU	Unión Europea
BE	Bélgica
BE fr	Bélgica – Comunidad francesa
BE de	Bélgica – Comunidad germanoparlante
BE nl	Bélgica – Comunidad flamenca
CZ	República Checa
DK	Dinamarca
DE	Alemania
EE	Estonia
EL	Grecia
ES	España
FR	Francia
IE	Irlanda
IT	Italia
CY	Chipre
LV	Letonia
LT	Lituania
LU	Luxemburgo
HU	Hungría
MT	Malta
NL	Países Bajos
AT	Austria
PL	Polonia

PT	Portugal
SI	Eslovenia
SK	Eslovaquia
FI	Finlandia
SE	Suecia
UK	Reino Unido
UK-ENG	Inglaterra
UK-WLS	Gales
UK-NIR	Irlanda del Norte
UK-SCT	Escocia

AELC/EEE

Los tres países de la Asociación Europea de Libre Comercio que son miembros del Espacio Económico Europeo

IS	Islandia
LI	Liechtenstein
NO	Noruega

Países candidatos

BG	Bulgaria
RO	Rumania

Clasificación

Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE 1997)

La Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) es un instrumento adaptado a la recopilación de estadísticas internacionales relativas a la educación. Comprende dos variables de clasificación cruzada: niveles educativos y áreas de estudio, con las dimensiones complementarias de orientación general/profesional/preprofesional y la transición educación/mercado laboral. La versión actual, CINE 97⁽¹⁾ distingue siete niveles educativos. En la práctica, la CINE supone que existen varios criterios que pueden ayudar a indicar el nivel al que pertenece un programa educativo determinado. Dependiendo del nivel y del tipo de educación, hace falta establecer un sistema que ordene jerárquicamente los criterios principales y los secundarios (títulos exigidos para el acceso, requisitos mínimos de acceso, edad mínima, titulación del personal, etc.).

CINE 0: Educación Infantil

La Educación Infantil se define como la etapa inicial de la instrucción organizada en un centro escolar o de otro tipo y se destina a niños de, al menos, tres años de edad.

CINE 1: Educación Primaria

Este nivel comienza entre los 5 y los 7 años de edad, es obligatorio en todos los países y suele durar de cuatro a seis años.

CINE 2: Educación Secundaria inferior

Este nivel completa la enseñanza básica que comenzó en Primaria, y la enseñanza suele recurrir a una estructura más orientada hacia las materias que se imparten. Generalmente el final de este nivel coincide con el término de la educación obligatoria a tiempo completo.

CINE 3: Educación Secundaria superior

Este nivel suele comenzar al término de la educación obligatoria. La edad de acceso típica es de 15 ó 16 años. Para acceder a este nivel generalmente se exige estar en posesión de un título (de finalización de la educación obligatoria) y cumplir otros requisitos mínimos. A menudo la enseñanza está más orientada hacia las materias que en el nivel CINE 2. La duración típica de CINE 3 oscila entre dos y cinco años.

CINE 4: Educación Postsecundaria no Superior

Este nivel incluye programas que se sitúan a caballo entre la Educación Secundaria superior y la Educación Superior. Permite ampliar conocimientos a los titulados de CINE 3. Dos ejemplos típicos son los programas que permiten a los estudiantes acceder a los estudios de nivel CINE 5 o los que les preparan para su acceso directo al mercado laboral.

CINE 5: Educación Superior (primer y segundo ciclo)

El acceso a estos programas normalmente exige la finalización con éxito de los niveles CINE 3 ó 4. Este nivel incluye programas de orientación académica (tipo A), ampliamente teóricos, y programas de orientación práctica y técnica (tipo B), que suelen ser más cortos que los del tipo A y están encaminados al acceso al mercado laboral.

⁽¹⁾ <http://unescostat.unesco.org/en/pub/pub0.htm>

CINE 6: Educación Superior (tercer ciclo)

Este nivel se reserva para los estudios de Educación Superior encaminados a la obtención de un título de investigación avanzado (doctorado).

Definiciones

Acreditación

Proceso por el que las administraciones con poder legislativo y las autoridades profesionales competentes juzgan si una institución o un programa de formación inicial del profesorado cumple los requisitos establecidos para ofrecer dicha formación y expedir los títulos correspondientes.

Apoyo/ tutoría

Ayuda en todas las tareas relacionadas con la enseñanza propiamente dicha (planificación de las clases, gestión de la clase, evaluación de los alumnos, etc.), así como en otras actividades interpersonales más importantes encaminadas a facilitar la participación de los futuros profesores en la vida escolar (relaciones con los padres, conocimiento de la gestión del centro, etc.). También se suele realizar un seguimiento del trabajo del futuro profesor en el aula con el fin de evaluar su progreso y ayudarle a superar las dificultades. La ayuda que se ofrece a los futuros profesores contempla varios aspectos: en primer lugar, el formativo (implica la supervisión como parte de un enfoque integral de la formación teórica y práctica); en segundo lugar, de socialización (la integración de los futuros profesores en el entorno escolar, con la ayuda del personal del centro); y, finalmente, el seguimiento y la supervisión (evaluación del progreso de los futuros profesores durante el período de prácticas y al término del mismo).

Conceptos y razonamiento basados en el “sentido común”

Formas de razonamiento espontáneas/precientíficas que difieren mucho del razonamiento científico. Estas formas de razonamiento han dado lugar a explicaciones de fenómenos conocidas como concepciones o representaciones ingenuas basadas en el sentido común. Así, por ejemplo, los alumnos suelen concebir el funcionamiento de un circuito eléctrico como una corriente que se “gasta” a medida que pasa por los distintos componentes de ese circuito.

Contextos de aprendizaje significativos

Contextos que dan sentido al aprendizaje de los alumnos. Puede tratarse de la utilización de ejemplos históricos (p. ej. descripción de los distintos modelos de átomos, diálogos de Galileo) o de la relación entre las ideas científicas y los problemas cotidianos o sociales (p. ej. la enseñanza de la mecánica en relación con la seguridad vial, o la estructura del átomo en relación con la producción de la energía).

Cualificación pedagógica

Título, diploma o certificado en materia de educación y enseñanza. Es expedido por un centro de formación del profesorado y/o por la administración educativa central o con competencias plenas en materia educativa, y reconoce oficialmente las competencias y los conocimientos de su poseedor.

Evaluación final del alumnado

Este tipo de evaluación tiene como objetivo medir la adquisición de conocimientos y competencias mediante pruebas y exámenes. Tiene lugar al término de un módulo/ciclo de aprendizaje o al final de la etapa educativa.

Evaluación formativa del alumnado

Este tipo de evaluación se realiza durante el proceso de aprendizaje con el fin de evaluar el progreso del aprendizaje y de la enseñanza y, de este modo, obtener información, modificar y mejorar dicho proceso.

Evaluación normalizada del alumnado

Se trata de exámenes nacionales normalizados (o partes de dichos exámenes) elaborados por la administración educativa central o con competencias plenas en materia educativa, y cuya finalidad es la certificación o la evaluación de los alumnos. También puede tratarse de un conjunto de criterios de evaluación aplicables a los trabajos científicos.

Experimentación/investigación científica

Se trata del trabajo basado en la experimentación y que incluye diversos procesos y actividades científicas, como la formulación de un problema y de una hipótesis o modelo científico, la recopilación de datos, la realización de experimentos adecuados, y el análisis y presentación de los resultados. El término “investigación científica” es más reciente que el término “experimentación” y subraya la naturaleza especulativa, progresiva y exploratoria del trabajo científico.

Fase final de prácticas en un centro escolar o fase de iniciación en la vida laboral

Se trata de un período obligatorio de transición entre la formación inicial de los profesores y su vida profesional como profesores titulados. Generalmente constituye la última etapa de la formación inicial del profesorado. Este período de prácticas contiene una parte importante de orientación, de apoyo y de supervisión, así como de evaluación formal de las competencias pedagógicas. Durante este período, los profesores no son aún profesores plenamente cualificados y se consideran “candidatos” o “profesores en prácticas”. Pasan un tiempo considerable en un entorno laboral real (un centro educativo), donde pueden desempeñar la totalidad o parte de las tareas que realizan los profesores titulados y son remunerados por ello.

Formación general del profesorado

Se basa en programas generales y en el dominio de la materia/las materias que impartirán los futuros profesores. La finalidad de estos programas, por tanto, es la de ofrecer a los futuros profesores unos conocimientos profundos de una o varias materias y unos buenos conocimientos generales.

Formación profesional específica del profesorado

Ofrece a los futuros profesores unos conocimientos teóricos y prácticos de su futura profesión. Además de cursos de psicología y metodología didáctica, incluye prácticas breves y (generalmente) no remuneradas en un centro de trabajo (supervisadas por el profesor encargado de la clase correspondiente y evaluadas periódicamente por los profesores del centro de formación). También puede incluir una fase final de prácticas en un centro docente o una fase de iniciación en la vida laboral.

Modelo consecutivo de formación del profesorado

Los alumnos reciben primero una formación general encaminada a la obtención de un título en una materia o rama de estudio determinada. Al término de este período de estudio, o un poco antes de la finalización del mismo, se matriculan en un programa de formación inicial profesional específica que les permite obtener el título de profesor.

Modelo simultáneo de formación del profesorado

Programa de formación del profesorado que, desde el comienzo, combina una formación general en una o varias materias con una formación profesional teórica y práctica específica para profesores.

Niveles de cualificación

La administración educativa central o con competencias plenas en materia educativa define los “niveles de cualificación” como el conjunto de competencias básicas, conocimientos pertinentes y destrezas que debe poseer un profesor (perfil del profesor) para obtener el título inicial que le permite acceder a la docencia.

Prácticas en el laboratorio

Trabajo que se desarrolla en un laboratorio o en otro entorno y que forma parte de la formación científica. Puede tratarse de un trabajo rutinario (p. ej. realizar observaciones o mediciones) o implicar una cierta investigación científica (p. ej. ¿Cuál es el efecto de la temperatura sobre la solubilidad de una sustancia en el agua?). Este trabajo puede ser realizado por el conjunto de la clase y/o por alumnos que trabajan en parejas o en grupos pequeños y suele tener una duración de una o dos sesiones.

Profesor especialista

Su formación le capacita para impartir una o dos materias específicas, una de las cuales suele considerarse la materia principal. En algunos casos, el profesor especialista recibe una formación en tres materias, siendo la tercera una materia subsidiaria.

Profesor generalista (no especialista)

Su formación le permite impartir todas las materias del currículo.

Simulación

Utilización de un programa informático, a veces interactivo, para presentar teorías, conceptos y procedimientos científicos y fomentar la comprensión y el aprendizaje. Puede pedirse a los alumnos que introduzcan una serie de datos para observar cómo el cambio de los parámetros puede afectar al resultado (p. ej. cambiar la masa o la fuerza que actúa sobre un objeto para observar el efecto que esto tiene sobre la velocidad/dirección de su movimiento). Puede pedirse a los alumnos que saquen sus propias conclusiones a partir de los resultados de la simulación. Las simulaciones por ordenador también pueden utilizarse para ilustrar experimentos y/o propiedades que, por su peligrosidad, no pueden realizarse en el centro escolar.

Título de formador de profesores

Título, diploma o certificado que acredita que el titular posee los conocimientos y las competencias necesarias para formar profesores. Es expedido por un centro de formación del profesorado y/o por la administración educativa central o con competencias plenas en materia educativa, y reconoce oficialmente las competencias y los conocimientos de su poseedor.

Trabajo relacionado con proyectos científicos

Implica la experimentación u otro tipo de trabajo en un laboratorio o en otro entorno y siempre tiene carácter de investigación. Este trabajo puede ser realizado por el conjunto de la clase y/o los alumnos trabajando individualmente o en grupos pequeños. Puede durar un período de tiempo, incluso varias semanas, y ofrece a los futuros profesores la oportunidad de participar en un trabajo de investigación científica sobre un tema concreto, p. ej., ¿Hasta qué punto el índice de crecimiento de una planta depende de la acidez del suelo? Este trabajo puede contar con la colaboración de personas de otros centros a través de Internet y puede plasmarse en un informe escrito.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1.	Normas sobre la formación inicial del profesorado en relación con las diferencias en función del sexo y la situación sociocultural (CINE 1 y 2), 2004/05	11
Gráfico 1.2a.	Normas sobre conocimientos y competencias pedagógicas generales dentro de la formación inicial del profesorado (CINE 1), 2004/05	12
Gráfico 1.2b.	Normas sobre conocimientos y competencias pedagógicas generales dentro de la formación inicial del profesorado (CINE 2), 2004/05	13
Gráfico 1.3.	Normas sobre los conocimientos y las competencias pedagógicas específicas de la formación inicial del profesorado (CINE 1 y 2), 2004/05	15
Gráfico 1.4.	Normas sobre los conocimientos y las competencias científicas de la formación inicial del profesorado (CINE 1 y 2), 2004/05	18
Gráfico 1.5.	Normas sobre el desarrollo de las competencias en materia de experimentación/investigación científica de la formación inicial del profesorado (CINE 1 y 2), 2004/05	19
Gráfico 1.6.	Criterios de acreditación específicos para los programas de formación inicial del profesorado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05	21
Gráfico 2.1.	Nivel mínimo de la cualificación científica exigida a los formadores responsables de la formación específica inicial del profesorado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05	24
Gráfico 2.2.	Cualificación pedagógica exigida a los responsables de la formación específica inicial del profesorado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05	25
Gráfico 2.3.	Experiencia docente exigida a los formadores responsables de la formación específica inicial del profesorado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05	27
Gráfico 2.4.	Experiencia en investigación educativa de los formadores responsables del componente específico de la formación inicial del profesorado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05	28
Gráfico 2.5.	Formación exigida al personal encargado de la supervisión y orientación de los futuros profesores de ciencias en los centros que organizan las prácticas (CINE 1 y 2), 2004/05	29
Gráfico 3.1.	Organización de la enseñanza de las ciencias según el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05	31
Gráfico 3.2.	Aspectos contextuales de la enseñanza de las ciencias en el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05	32

Gráfico 3.3.	Actividades de discusión relacionadas con problemas de la vida cotidiana y de la sociedad en el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05	33
Gráfico 3.4.	Trabajo práctico en el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05	35
Gráfico 3.5.	Utilización de las TIC en el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05	36
Gráfico 3.6.	Papel que desempeña la comunicación en el aprendizaje de las ciencias en el currículo obligatorio o recomendado (CINE 1 y 2), 2004/05	38
Gráfico 3.7.	Reformas o debates en curso relacionados con el currículo de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05	40
Gráfico 4.1.	Exámenes y test nacionales normalizados de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05	44
Gráfico 4.2a.	Tipos de competencias evaluadas por los exámenes y test nacionales normalizados de ciencias (CINE 1), 2004/05	46
Gráfico 4.2b.	Tipos de competencias evaluadas por los exámenes y test nacionales normalizados de ciencias (CINE 2), 2004/05	47
Gráfico 4.3.	Evaluación normalizada del trabajo relacionado con proyectos científicos (CINE 1 y 2), 2004/05	49
Gráfico 4.4.	Debates/reformas en relación con la evaluación del alumnado de ciencias (CINE 1 y 2), 2004/05	53

RED EURYDICE

A. UNIDAD EUROPEA DE EURYDICE

Avenue Louise 240

B-1050 Bruselas

(www.eurydice.org)

Dirección técnica

Arlette Delhaxhe

Autoras

Nathalie Baïdak, Misia Coghlan

Maquetación y gráficos

Patrice Brel

Coordinador de la producción

Gisèle De Lel

Secretaría

Helga Stammherr

Bibliografía y documentación

Colette Vanandruel

B. EXPERTOS EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Edgar Jenkins, Catedrático Emérito de la Universidad de Leeds (Inglaterra)

Martine Méheut, Catedrática del *Institut Universitaire de Formation des Maîtres de l'Académie de Créteil* (Francia)

C. CONTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD ESPAÑOLA DE EURYDICE

Jessica Gallego Entonado, Alejandro García Cuadra, María Cristina Toral Cerro

Experto

Javier Manuel Valle López

Traducción

Blanca Valle Fernández

Revisión del texto y de las pruebas

Aurora Blanco Marcilla

D. UNIDADES NACIONALES DE EURYDICE

BĂLGARIJA / BULGARIA

Eurydice Unit
European Programmes Unit
International Cooperation Division
European Integration and Bilateral Cooperation
Department
Ministry of Education and Science
2A, Kniiaz Dondukov Bld
1000 Sofia
Contribución de la Unidad: Un equipo de expertos del Departamento para la Información y Cualificación del Profesorado de la Universidad de Sofia 'St. Kliment Ohridski' preparó la contribución nacional.

BELGIQUE / BELGIË / BÉLGICA

Unité francophone d'Eurydice
Ministère de la Communauté française
Direction des Relations internationales
Boulevard Léopold II, 44 – Bureau 6A/002
1080 Bruxelles
Contribución de la Unidad : Responsabilidad colectiva; Philippe Delfosse (Inspector)

Eurydice Vlaanderen / Entiteit Internationalisering
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Onderwijs en Vorming
Hendrik Consciencegebouw 7c
Koning Albert II – laan 15
1210 Brussel
Contribución de la Unidad: Willy Sleurs (Experto)

Agentur Eurydice
Agentur für Europäische Bildungsprogramme
Ministerium der Deutschsprachigen Gemeinschaft
Gospertstraße 1
4700 Eupen
Contribución de la Unidad: Suzanne Küchenberg; Leonhard Schifflers (Experto)

ČESKÁ REPUBLIKA / REPÚBLICA CHECA

Eurydice Unit
Institute for Information on Education
Senovážné nám. 26
P.O. Box 1
110 06 Praha 1
Contribución de la Unidad: Responsabilidad colectiva

DANMARK / DINAMARCA

Eurydice's Informationskontor i Danmark
CIRIUS
Assessment of Foreign Qualifications
Fiolsstræde 44
1171 København K
Contribución de la Unidad: Responsabilidad colectiva

DEUTSCHLAND / ALEMANIA

Eurydice Unit
FIF Kontaktstelle Frauen in die EU-Forschung
EU-Büro des BMBF
PT-DLR
Heinrich-Konen-Straße 1
53227 Bonn
Eurydice-Informationsstelle der Länder im Sekretariat der Kultusministerkonferenz
Lennéstrasse 6
53113 Bonn
Contribución de la Unidad: Brigitte Lohmar; Marcus Hammann (Experto, profesor titular de didáctica de la biología del Instituto Leibniz de Ciencias de la Educación, IPN, Kiel hasta finales de 2005, actualmente catedrático de didáctica de la biología en la Universidad de Münster)

EESTI / ESTONIA

Eurydice Unit
SA Archimedes
Koidula 13a
10125 Tallinn
Contribución de la Unidad: Kersti Kaldma (Jefe de la Unidad); Imbi Henno (Principal experta, Centro Nacional de Exámenes y Titulaciones)

ELLÁDA / GRECIA

Eurydice Unit
Ministry of National Education and Religious Affairs
Direction CEE / Section C
Mitropoleos 15
10185 Athens
Contribución de la Unidad: Tina Martaki; Athanassios Skouras (Experto)

ESPAÑA

Unidad Española de Eurydice
CIDE – Centro de Investigación y Documentación Educativa (MEC)
c/General Oraa 55
28006 Madrid
Contribución de la Unidad: Jessica Gallego Entonado; Alejandro García Cuadra, María Cristina Toral Cerro; Javier Manuel Valle López (Experto)

FRANCE / FRANCIA

Unité d'Eurydice
Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Direction de l'évaluation et de la prospective
61-65, rue Dutot
75732 Paris Cedex 15
Contribución de la Unidad: Thierry Damour; Gilbert Pietryk (Experto, *Inspecteur general de l'éducation nationale, doyen du groupe Sciences physiques et chimiques, fondamentales et appliquées*)

IRELAND / IRLANDA

Eurydice Unit
 Department of Education and Science
 International Section
 Marlborough Street
 Dublin 1
 Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

ÍSLAND / ISLANDIA

Eurydice Unit
 Ministry of Education, Science and Culture
 Division of Evaluation and Analysis
 Sölvholsgata 4
 150 Reykjavík
 Contribución de la Unidad: Margrét Haröardóttir, María Gunnlaugsdóttir

ITALIA

Unità di Eurydice
 Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
 c/o INDIRE
 Via Buonarroti 10
 50122 Firenze
 Contribución de la Unidad: Simona Baggiani;
 Expertos: Giunio Luzzatto (Presidente del *Centro per la Ricerca Educativa e Didattica dell'Università di Genova*) para los capítulos 1 y 2; Sandra Perugini Cigni (Inspectora, Ministerio de Educación, Universidades e Investigación – MIUR) para el capítulo 3

KYPROS / CHIPRE

Eurydice Unit
 Ministry of Education and Culture
 Kimonos and Thoukydidou
 1434 Nicosia
 Contribución de la Unidad: Koula Afrodisi, Christiana Haperi; Dr Zena Poulli (Experto, Inspector de Física, Departamento de Educación Secundaria, Ministerio de Educación y Cultura)

LATVIJA / LETONIA

Eurydice Unit
 Socrates National Agency – Academic Programmes Agency
 Blaumaņa iela 28
 1011 Riga
 Contribución de la Unidad: Viktors Kravčenko; Edgars Grīnis (Experto, Jefe de la Unidad de Desarrollo Educativo, Departamento de Educación General, Ministerio de Educación y Ciencia)

LIECHTENSTEIN

Eurydice-Informationsstelle
 Schulamt
 Austrasse 79
 9490 Vaduz

LIETUVA / LITUANIA

Eurydice Unit
 Ministry of Education and Science
 A. Volano 2/7
 2691 Vilnius
 Contribución de la Unidad: Responsabilidad colectiva de la Unidad de Eurydice, Departamento para la Formación Inicial y el Desarrollo Profesional del Profesorado, Ministerio de Educación y Ciencia;
 expertas: Dr. Elena Motiejūnienė y Saulė Vingelienė (Centro de Desarrollo Educativo – *Švietimo plėtotės centras*)

LUXEMBOURG / LUXEMBURGO

Unité d'Eurydice
 Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle (MENFP)
 29, Rue Aldringen
 2926 Luxembourg
 Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

MAGYARORSZÁG / HUNGRÍA

Eurydice Unit
 Ministry of Education
 Szalay u. 10-14
 1055 Budapest
 Contribución de la Unidad: Áron Ecsedy; Julianna Szendrei (Experta)

MALTA

Eurydice Unit
 Education Director (Research & Planning)
 Department of Planning and Development
 Education Division
 Floriana CMR 02
 Contribución de la Unidad: Raymond Camilleri; Dra. Suzanne Gatt (Experta)

NEDERLAND / PAÍSES BAJOS

Eurydice Nederland
 Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
 Directie Internationaal Beleid
 IPC 2300 / Kamer 10.086
 Postbus 16375
 2500 BJ Den Haag
 Contribución de la Unidad: Chiara Wooning; Marja van Graft y Jenneke Krüger (SLO), Tony Schouten y Martin Heideveld (CITO), Hans Ruesink y Febe Jansen-Oliemans (Ministerio de Educación, Cultura y Ciencia)

NORGE / NORUEGA

Eurydice Unit
 Ministry of Education and Research
 Department for Policy Analysis, Lifelong Learning and International Affairs
 Akersgaten 44
 0032 Oslo
 Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

ÖSTERREICH / AUSTRIA

Eurydice-Informationsstelle
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur
– Abt. I/6b
Minoritenplatz 5
1014 Wien
Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

POLSKA / POLONIA

Eurydice Unit
Foundation for the Development of the Education System
Socrates Agency
Mokotowska 43
00-551 Warsaw
Contribución de la Unidad: Joanna Kuzmicka;
Prof. Stanislaw Dylak (Experto, Universidad Adam
Mickiewicz, Poznan)

PORTUGAL

Unidade Portuguesa da Rede Eurydice (UPRE)
Ministério da Educação
Gabinete de Informação e Avaliação do Sistema
Educativo (GIASE)
Av. 24 de Julho 134-2º
1399-029 Lisboa
Contribución de la Unidad: Isabel Almeida;
expertas: Isabel Martins, Fátima Paixão, Celina Tenreiro-
Vieira

ROMÂNIA / RUMANÍA

Eurydice Unit
National Agency for Community Programmes in the Field
of Education and Vocational Training
1 Schitu Măgureanu – 2nd Floor
050025 Bucharest
Contribución de la Unidad: Tinca Modrescu, Alexandru
Modrescu

SLOVENIJA / ESLOVENIA

Eurydice Unit
Ministry of Education, Science and Sport
Office for Development of Education (ODE)
Kotnikova 38
1000 Ljubljana
Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

SLOVENSKÁ REPUBLIKA / REPÚBLICA ESLOVACA

Eurydice Unit
Slovak Academic Association for International
Cooperation
Socrates National Agency
Staré grunty 52
842 44 Bratislava
Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

SUOMI / FINLAND / FINLANDIA

Eurydice Finland
National Board of Education
Hakaniemenkatu 2
00530 Helsinki
Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva;
Dr. Jarkko Lampiselkä (Experto, Universidad de Helsinki)

SVERIGE / SUECIA

Eurydice Unit
Ministry for Education, Research and Culture
Drottninggatan 16
10333 Stockholm
Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

TÜRKIYE / TURQUÍA

Eurydice Unit
Ministry of National Education
Strateji Geliştirme Başkanlığı
(SGB – Directorate for Strategy Development)
Eurydice Birimi Merkez Bina Girişi
Kat B-Blok No 1 Kizilay
06100 Ankara

UNITED KINGDOM / REINO UNIDO

Eurydice Unit for England, Wales and Northern Ireland
National Foundation for Educational Research (NFER)
The Mere, Upton Park
Slough SL1 2DQ
Contribución de la Unidad: Karen Whitby, Sigrid Boyd

Eurydice Unit Scotland
International Team
New Educational Developments Divisions
The Scottish Executive Education Department (SEED)
Area 2B South / Mailpoint 28
Victoria Quay
Edinburgh EH6 6QQ
Contribución de la Unidad: Joanna Mackenzie y colegas
del SEED y HMIE

Producción

Impresión: Ediciones Gráficas Arial, España.

La enseñanza de las ciencias en los centros escolares de Europa. Políticas e investigación.

Eurydice

Bruselas: Eurydice

2006 - 94 pp.

ISBN 92-79-03558-4

Descriptores: Ciencias Naturales, Biología, Física, Currículum, Enfoque multidisciplinario, Objetivo de la enseñanza, TIC, Igualdad entre los sexos, Examen normalizado, Alumno, Acreditación, Formación inicial del profesorado, Formador, Reforma educativa, Debate, Resultados de la investigación, Educación general, Educación Primaria, Secundaria inferior, Análisis comparativo, Bulgaria, Rumania, Espacio Económico Europeo, Unión Europea.

EURYDICE, la Red europea de información en educación

Eurydice es la Red institucional encargada de recopilar, actualizar y difundir información fiable y de carácter comparado sobre los diferentes sistemas y políticas educativas europeas. La Red se centra, sobre todo, en la manera en que se organiza y estructura la educación en todos sus niveles en Europa. Sus publicaciones se dividen, en términos generales, en descripciones de los sistemas educativos nacionales, estudios comparados sobre temas específicos e indicadores y estadísticas.

Eurydice se dirige, principalmente, a los responsables de la política educativa, tanto en el ámbito nacional como en los ámbitos regional, local y europeo. No obstante, sus publicaciones están al alcance de todos y se encuentran disponibles tanto en papel como a través de Internet.

La Red **Eurydice**, creada en 1980 por la Comunidad Europea, está formada por una Unidad Europea, establecida en Bruselas por la Comisión Europea, y por las Unidades Nacionales creadas por los Ministerios de Educación de los países que participan en Sócrates, el programa comunitario en materia de educación. **Eurydice** es parte integrante de Sócrates desde 1995. La Red favorece la cooperación europea en educación por medio de intercambios de información sobre los diversos sistemas y políticas, así como de la elaboración de estudios sobre aspectos de interés común de los sistemas educativos.

Eurydice es una Red dinámica e interdependiente a cuyo trabajo contribuyen todas las Unidades. La Unidad Europea coordina la actividad de la Red, redacta y distribuye la mayoría de sus publicaciones y diseña y administra las bases de datos y su página web. Las Unidades Nacionales recopilan los datos, contribuyen a su análisis y se encargan de que los resultados de los trabajos de la Red lleguen a los grupos destinatarios dentro de sus respectivos países. En la mayoría de los casos, la Unidad nacional depende del Ministerio de Educación; sin embargo, en algunos países está ubicada en centros de recursos bibliográficos o en organismos dedicados a la administración y a la investigación.

Direcciones en Internet:

Unidad Europea: <http://www.eurydice.org>

Unidad Española: <http://www.mec.es/cide/eurydice/index.htm>

ISBN 978-84-369-4452-5



Office des publications
Publications.europa.eu