

La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación





La enseñanza de las ciencias en Europa:

**políticas nacionales, prácticas
e investigación**

Este documento es una publicación de la Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA P9 Eurydice).

Disponible en inglés (*Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*), francés (*L'enseignement des sciences en Europe: politiques nationales, pratiques et recherche*) y alemán (*Naturwissenschaftlicher Unterricht in Europa: Politische Maßnahmen, Praktiken und Forschung*).

ISBN 978-92-9201-285-4

doi: 10.2797/90921

Este documento está también disponible en internet (<http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>).

Texto terminado en octubre de 2011.

© Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural, 2011.

El contenido de esta publicación puede ser reproducido parcialmente, excepto con fines comerciales, siempre y cuando el extracto vaya precedido de una referencia a la "Red Eurydice", seguida de la fecha de publicación del documento.

Para reproducir el documento completo se debe solicitar permiso a la Agencia (EACEA P9 Eurydice)

Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural
P9 Eurydice

Avenue du Bourget 1 (BOU2)

B-1140 Bruselas

Tel.: +32 2 299 50 58

Fax: +32 2 292 19 71

E-mail: eacea-eurydice@ec.europa.eu

Sitio web: <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>



MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE
Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIIE)

Edita:

© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

Subdirección General de Documentación y Publicaciones

Catálogo de publicaciones del MECD: educacion.gob.es

Catálogo general de publicaciones oficiales: publicacionesoficiales.boe.es

Fecha de edición: 2012

NIPO: 030-12-275-8

Depósito Legal: M-29665-2012

PREFACIO



Poseer una comprensión básica de las ciencias es una destreza necesaria para cualquier ciudadano europeo. La preocupación generada por el bajo rendimiento de los estudiantes en competencias básicas que pusieron de manifiesto distintos estudios internacionales condujo a la adopción, en 2009, de unos objetivos para el conjunto de la UE en los que se establece que “*para el año 2020 el porcentaje de jóvenes de 15 años con una competencia insuficiente en lectura, matemáticas y ciencias debería ser inferior al 15%*” (1). Si se quiere alcanzar este objetivo en 2020 es necesario proceder a la identificación conjunta de obstáculos y áreas problemáticas, por un lado, y de enfoques que resulten efectivos, por otro. Este informe, en tanto que análisis comparativo de los distintos enfoques de la enseñanza de las ciencias en Europa, aspira a contribuir a una mayor comprensión de estos factores.

Muchos informes internacionales ponen de manifiesto la potencial escasez de recursos humanos en profesiones científicas clave y abogan por una modernización de la enseñanza de las ciencias en los centros escolares. ¿Cómo podríamos elevar la motivación de los alumnos, aumentar su interés por las ciencias y, al mismo tiempo, incrementar los niveles de rendimiento? ¿Pueden las ciencias a nivel escolar llegar a todos los alumnos, así como formar a los científicos del futuro? Alrededor del 60% de los titulados en educación superior en los ámbitos de las ciencias, las matemáticas y la informática son varones. ¿Cómo se puede mejorar este desequilibrio de género? Estos son algunos de los temas que se abordan en este estudio.

El informe es una continuación de la publicación “La enseñanza de las ciencias en los centros escolares de Europa”, de 2006, que compilaba información sistemática sobre la normativa y las recomendaciones oficiales en materia de enseñanza de las ciencias. Este nuevo estudio de Eurydice ofrece una panorámica actual sobre la organización de la enseñanza de las ciencias en los centros escolares de Europa, y muestra algunas políticas y estrategias de éxito que se están llevando a cabo por toda Europa con el objetivo de modernizar tanto la enseñanza de las ciencias como su aprendizaje. Se destacan asimismo medidas interesantes tales como las colaboraciones a nivel de centro educativo, las iniciativas para la orientación profesional y las oportunidades de formación permanente para los docentes, y se revisan las investigaciones de interés en estas áreas.

Esta publicación aporta datos valiosos y comparables a nivel europeo, y estoy convencida de que será de gran ayuda para quienes tienen la responsabilidad, a nivel nacional, de mejorar la enseñanza de las ciencias, así como de aumentar el interés y la motivación en esta área fundamental.



Vassiliou Androulla Comisaria de Educación,
Cultura, Multilingüismo y Juventud.

(1) Marco Estratégico para la Cooperación Europea en el ámbito de la Educación y la Formación ('ET 2020'), Conclusiones del Consejo, mayo 2008. OJL 119, 28.5.2009.

ÍNDICE

Prefacio	3
Índice	5
Introducción	7
Resumen ejecutivo	11
Capítulo 1: El rendimiento de los estudiantes en ciencias: datos procedentes de los estudios internacionales	15
Introducción	15
1.1. Principales estudios sobre el rendimiento del alumnado en ciencias	15
1.2. El rendimiento en ciencias según los resultados del estudio PISA	17
1.3. El rendimiento en ciencias según los resultados del estudio TIMSS	22
1.4. Principales factores asociados con el rendimiento en ciencias	24
Resumen	27
Capítulo 2: El fomento de la enseñanza de las ciencias: estrategias y políticas	29
Introducción	29
2.1 Estrategias nacionales	29
2.2 Medidas para aumentar la motivación en el aprendizaje de las ciencias: colaboraciones a nivel de centro educativo, centros de formación para las ciencias y otras actividades de promoción	36
2.3 Medidas para fomentar en los jóvenes la elección de carreras científicas mediante una orientación específica	53
2.4 Acciones de apoyo para el alumnado de altas capacidades en las materias de ciencias	58
Resumen	61
Capítulo 3: La organización del currículo y los contenidos	63
Introducción	63
3.1. La enseñanza de las ciencias como materia integrada vs. diferenciada	63
3.2. La enseñanza contextualizada de las ciencias	68
3.3. Teorías del aprendizaje de las ciencias y enfoques metodológicos	72
3.4. Medidas de apoyo para los alumnos con bajo rendimiento	77
3.5. La organización de la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria superior general	82
3.6. Libros de texto, material didáctico y actividades extracurriculares	84
3.7. Reformas curriculares	87
Resumen	90

Capítulo 4: La evaluación del alumnado en ciencias	93
Introducción	93
4.1 La evaluación del alumnado de ciencias: revisión de la literatura	93
4.2 Directrices oficiales sobre la evaluación de las materias de ciencias	97
4.3 Exámenes/pruebas estandarizadas en las materias de ciencias	102
4.4 La evaluación en la clase de ciencias: resultados de TIMSS 2007	107
Resumen	108
Capítulo 5: La mejora de la formación del profesorado de ciencias	111
Introducción	111
5.1. Formación inicial y formación permanente del profesorado de ciencias: revisión de los resultados de la investigación reciente	111
5.2. Programas y proyectos para la mejora de las competencias del profesorado de ciencias	119
5.3. La formación inicial del profesorado de matemáticas/ciencias: programas para profesores generalistas y especialistas. Resultados de la encuesta SITEP	122
Resumen	132
Conclusiones	135
Bibliografía	141
Glosario	153
Índice de gráficos	159
Anexo	161
Agradecimientos	167

INTRODUCCIÓN

Este estudio aborda una de las áreas prioritarias en el proceso 'Educación y Formación 2020' y está vinculado a los objetivos de referencia sobre competencias básicas fijados para 2020, entre las que se incluye la competencia científica.

El estudio trata de ofrecer una panorámica de las políticas y estrategias que se están llevando a cabo en Europa cuyo objetivo es mejorar y estimular la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en los sistemas educativos de hoy en día. Se examinan los contextos estructurales y las políticas educativas nacionales que tienen que ver con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, así como distintas evidencias procedentes tanto de estudios internacionales como de la investigación de corte académico.

Ámbito del estudio

La parte principal del informe ofrece una revisión comparada de las políticas y medidas que los países europeos han puesto en marcha en relación con la enseñanza de las ciencias. Igualmente, se presentan estrategias para promover el interés por las materias de ciencias, mejorar la motivación y elevar los niveles de rendimiento. Se analizan las características organizativas de la enseñanza de las ciencias en Europa, así como los apoyos con que pueden contar los docentes y los centros escolares para mejorar la actitud y el interés de los estudiantes por las ciencias. El estudio contiene también una revisión de la investigación sobre la enseñanza de las ciencias así como de las principales conclusiones de los estudios internacionales de rendimiento en el campo de la enseñanza de las ciencias.

El año de referencia de este estudio es **2010/2011** y en él han participado todos los países de la Red Eurydice. Se han tenido también en cuenta las modificaciones y reformas previstas para los próximos años, cuando se han considerado pertinentes.

El estudio se centra en los **niveles CINE 1, 2 y 3**. No obstante, la mayor parte del mismo se dedica preferentemente a la educación obligatoria, más que a la secundaria superior.

En lo relativo a las fuentes, se utilizaron como fuentes primarias los documentos oficiales de las autoridades educativas centrales, entre los que se incluyen también documentos sobre estrategias y programas. No obstante, en los países donde no existen este tipo de documentos oficiales se han utilizado como fuente los acuerdos, incluidos los de carácter privado reconocidos y aprobados por las autoridades educativas públicas. El estudio ofrece también información sobre proyectos de menor calado, siempre que se han considerado relevantes para el propósito del informe. Además de estas fuentes oficiales, se han utilizado también los resultados extraídos de evaluaciones nacionales que estuvieran disponibles.

El estudio recoge asimismo un análisis de los resultados de un estudio piloto de campo, realizado por la Agencia EACEA/Eurydice, que se envió a 2.500 programas de formación inicial del profesorado con el objetivo de recabar información sobre las prácticas que se están llevando a cabo en el ámbito de la formación inicial del profesorado de ciencias y matemáticas de toda Europa.

Se han tenido en cuenta únicamente los **centros escolares del sector público**, excepto en el caso de Bélgica, Irlanda y los Países Bajos, donde también se consideran los centros privados concertados, dado que la mayoría de los alumnos asisten a este tipo de centros (en los Países Bajos la Constitución garantiza la igualdad de trato y de financiación de los centros públicos y privados).

El estudio se centra en las materias de física, biología y química, en los casos en los que no se contemplan de forma integrada en el currículo. Según la información disponible (recogida en el marco de la preparación del primer estudio de Eurydice sobre la enseñanza de las ciencias), parece que estas son las materias de ciencias más comúnmente impartidas en los países europeos.

Estructura

En el **capítulo 1** se exploran los patrones de rendimiento escolar en las materias de ciencias en referencia a estudios internacionales de relevancia, como el *Programme for International Student Assessment* (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes - PISA) o el *Trends in International Mathematics and Science Study* (Tendencias en el Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias - TIMSS). Se analizan diferentes factores que pueden tener un potencial impacto en los patrones de rendimiento (entorno familiar, características de los estudiantes, actitudes, estructura del sistema educativo, etc.).

El **capítulo 2** ofrece una visión general de los enfoques y las medidas actuales que se están llevando a cabo con el propósito de incentivar el interés y aumentar la motivación hacia las ciencias. Se presentan las estrategias nacionales que se están desarrollando en los países europeos para promover la enseñanza de las ciencias y se profundiza en el tema de las colaboraciones a nivel de centro educativo, centros de ciencias e iniciativas en el campo de la orientación. Se analiza cómo se organizan todas estas iniciativas diversas, los organismos involucrados y los colectivos a que se dirigen, prestando especial atención al desarrollo de medidas específicas dirigidas a incrementar el interés de las chicas por las ciencias. Se presentan igualmente las medidas de apoyo para los alumnos de altas capacidades.

El **capítulo 3** trata sobre la organización de la enseñanza de las ciencias en los centros educativos de Europa. Se presentan los principales tópicos en el campo de la investigación sobre: la organización de la enseñanza de las ciencias en materias separadas o en un programa integrado; la enseñanza contextualizada de las ciencias; las teorías del aprendizaje de las ciencias y los enfoques didácticos. La organización de la enseñanza de las ciencias en los países europeos se presenta en términos del número de cursos académicos durante los que las ciencias se imparten como materia general, así como en qué materias se dividen después. Posteriormente, se analiza si los documentos oficiales de los sistemas escolares europeos recogen aspectos contextuales y actividades específicas para el aprendizaje de las ciencias. Se presentan las distintas medidas tomadas para ayudar a los alumnos con bajo rendimiento, así como información relativa a los libros de texto y el material didáctico específico para la enseñanza de las ciencias y la organización de actividades extracurriculares. Este capítulo también ofrece una visión general de la oferta de enseñanza de ciencias en la educación secundaria superior. También se comentan brevemente las reformas curriculares de la enseñanza de las ciencias más recientes que se están llevando a cabo o que están previstas en los países europeos.

El **capítulo 4** describe las principales características de la evaluación de las ciencias actualmente en vigor en los diferentes países. Se presenta un breve resumen de los tópicos de investigación que versan sobre el problema de la evaluación y, especialmente, de la evaluación de las ciencias. Se ofrece también un análisis comparativo de los elementos de evaluación de la enseñanza de las ciencias en los centros educativos de los países europeos. Se ofrece una revisión de las directrices para la evaluación de la enseñanza de las ciencias en la educación primaria y secundaria inferior. Hay un apartado dedicado a la descripción de distintos aspectos relativos a evaluación estandarizada en el ámbito de las ciencias, como la organización de pruebas estandarizadas, sus principales objetivos, así como su alcance y su contenido. Esta revisión se complementa con datos procedentes del estudio internacional TIMSS relativos a las prácticas de evaluación en el campo de las ciencias.

El **capítulo 5** presenta una revisión de la investigación reciente sobre las habilidades y competencias que los profesores de ciencias deben poseer y sobre cómo podrían integrarse en las actividades de formación permanente. Se describen además algunos programas e iniciativas a nivel nacional dirigidos a la mejora de las competencias del profesorado de ciencias. El capítulo incluye también los resultados del estudio piloto de campo realizado por la Agencia EACEA/Eurydice, que se envió a 2.500 programas de formación inicial del profesorado con el propósito de recopilar información sobre las prácticas que se están llevando a cabo en la formación inicial del profesorado de ciencias y matemáticas de toda Europa.

Metodología

El análisis comparativo se basa en las respuestas a un cuestionario desarrollado por la Unidad de Eurydice de la Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural. Todas las unidades de Eurydice que participan en el estudio han revisado el informe. La metodología del estudio piloto se describe detalladamente en el capítulo 5. Al final del documento se incluye un apartado de agradecimientos a todos los que han contribuido a este trabajo.

Las referencias en el texto a ejemplos concretos de situaciones nacionales se indican mediante un estilo tipográfico distinto, de manera que puedan diferenciarse del texto principal. Estos casos son ejemplos concretos de las afirmaciones de carácter general que aparecen en el estudio comparado. También sirven para ilustrar las excepciones a las tendencias generales que parecen seguir un cierto número de países, o bien para aportar precisiones específicas a la evolución.

RESUMEN EJECUTIVO

Los países desarrollan muchos programas concretos, pero las estrategias de carácter global son escasas

Son pocos los países europeos que han desarrollado un marco estratégico amplio dirigido al fomento de las ciencias en el ámbito de la educación y de la sociedad en general. Sin embargo, en muchos países se han implementado un extenso abanico de iniciativas. No obstante, resulta difícil cuantificar el impacto de estas medidas.

La colaboración entre centros educativos y organizaciones del ámbito científico son frecuentes en toda Europa, pero las áreas que abordan, su organización y los socios participantes son de naturaleza muy diversa. No obstante, todas las colaboraciones comparten uno o más de los siguientes objetivos: promover la cultura, el conocimiento y la investigación científica entre los estudiantes; mejorar la comprensión que los estudiantes tienen de la utilidad de las ciencias; fortalecer la enseñanza de las ciencias en los centros escolares e incrementar la contratación en los campos de matemáticas, ciencias y tecnología.

Los centros especializados en ciencias también comparten uno o más de los objetivos mencionados y contribuyen a la mejora de la enseñanza de las ciencias a través de la oferta al alumnado de una serie de actividades que van más allá de las que típicamente se realizan en los centros ordinarios. Dos tercios de los países analizados informan que cuentan con este tipo de centros científicos a nivel nacional.

En aquellos países que sí desarrollan estrategias globales para la promoción de las ciencias, la orientación a los estudiantes sobre las ciencias es un componente integral de las mismas. Sin embargo, entre los países restantes son pocos los que han implementado medidas concretas de orientación para las ciencias, y son todavía menos los que desarrollan iniciativas dirigidas a fomentar la elección de carreras científicas en las chicas.

Del mismo modo, son pocos los países que han puesto en marcha programas y proyectos específicos dirigidos a maximizar, en el campo de las ciencias, el potencial del alumnado con altas capacidades.

Es principalmente en los niveles educativos inferiores donde se da la enseñanza de las ciencias de forma integrada

La enseñanza de las ciencias se inicia como una materia integrada de carácter general en todos los países de Europa y se imparte como tal en casi todos los países durante toda la educación primaria. En muchos países este modelo continúa durante uno o dos cursos en la educación secundaria inferior.

Sin embargo, hacia el final de la educación secundaria inferior la enseñanza de las ciencias suele dividirse en las asignaturas de biología, química y física.

En la educación secundaria superior general (CINE 3), la gran mayoría de los países de la Unión optan por el modelo de materias diferenciadas, y es frecuente que las ciencias conformen una de las ramas o itinerarios que se ofrecen a los estudiantes en este nivel. Como consecuencia de este aumento de la opcionalidad, el nivel de dificultad de las clases de ciencias que reciben los estudiantes puede ser variable, y/o no todos ellos estudian ciencias en todos los cursos del nivel CINE 3.

En la mayoría de los países de Europa se recomienda una enseñanza contextualizada de las ciencias, lo que normalmente implica enseñar ciencias relacionándolas con los asuntos sociales del momento. En casi todos los países de Europa se recomienda incluir cuestiones medioambientales en las clases de ciencias, así como cuestiones relativas a la aplicación de los logros científicos a la vida diaria. Las cuestiones más abstractas que tienen que ver con el método científico, la “naturaleza de la ciencia” o la producción de conocimiento científico suelen vincularse a los currículos de las materias separadas de ciencias que se imparten normalmente en los últimos cursos escolares de la mayoría de los países europeos.

En general, desde la educación primaria en adelante los documentos oficiales de los países europeos recogen distintos enfoques para una enseñanza de las ciencias activa, participativa y que utilice la investigación.

En los últimos seis años y en más de la mitad de los países europeos analizados se han producido una serie de reformas curriculares generales en distintos niveles educativos que, obviamente, han afectado también a los currículos de ciencias. El motivo principal que ha dado lugar a estas reformas tiene que ver con la adopción el enfoque europeo de competencias clave.

No hay medidas de apoyo específicas para los alumnos con bajo rendimiento en ciencias

No existen políticas específicas de apoyo dirigidas a los alumnos con bajo rendimiento en las materias de ciencias. La ayuda a este tipo de alumnado se suele ofrecer en el marco más amplio de ayuda a los estudiantes con dificultades en cualquier materia. Pocos son los países que han puesto en marcha programas de alcance nacional para abordar el bajo rendimiento en los centros escolares. En la mayoría de los países, las medidas de apoyo se deciden a nivel de centro.

Siguen prevaleciendo los métodos tradicionales de evaluación

Las directrices para la evaluación de los estudiantes incluyen generalmente recomendaciones para los docentes sobre las técnicas que pueden utilizar. Las técnicas más recomendadas son los exámenes tradicionales, ya sean escritos u orales, la evaluación del trabajo de los estudiantes en el aula y la evaluación de su trabajo por proyectos. Resulta interesante destacar que no se puede hacer una distinción clara entre las directrices de evaluación específicas para las ciencias y las generales que pueden aplicarse a todas las materias del currículo; en ambos casos las recomendaciones son similares.

En la mitad de las regiones y/o países europeos analizados las competencias y conocimientos sobre ciencias de los estudiantes se evalúan mediante procedimientos estandarizados al menos una vez a lo largo de la educación obligatoria (CINE 1 y 2) y/o la educación secundaria superior (CINE 3). No obstante, es evidente que el estatus de las ciencias no es tan importante como el de las matemáticas y la lengua materna, si bien parece que empiezan a formar parte de las pruebas nacionales de evaluación cada vez en un número mayor de países.

Se ponen en marcha una gran cantidad de iniciativas nacionales para ayudar a mejorar las competencias del profesorado

Como ya se evidenciara en evaluaciones anteriores de las estrategias de promoción de las ciencias, fortalecer las competencias del profesorado es de crucial importancia.

Los países que cuentan con un marco estratégico para la promoción de la enseñanza de las ciencias suelen contemplar la mejora de la formación del profesorado de ciencias como uno de sus objetivos. La

colaboración entre centros escolares, centros científicos e instituciones similares puede contribuir al aprendizaje informal de los profesores y ofrecer un valioso asesoramiento. En varios países los centros científicos desarrollan también actividades formales de formación permanente del profesorado.

Casi todos los países informan de que las administraciones educativas incluyen actividades específicas de formación permanente en sus programas oficiales de formación en ciencias del profesorado en activo. Las iniciativas nacionales dirigidas a la formación inicial del profesorado de ciencias son, no obstante, bastante más escasas.

Una encuesta piloto llevada a cabo con programas de formación inicial del profesorado reflejó que la competencia más importante que se aborda en la formación del docente es el conocimiento y la capacidad para impartir el currículo oficial de ciencias y matemáticas. La “creación de una amplia gama de situaciones de aprendizaje” y la aplicación de distintas técnicas didácticas suelen mencionarse como “parte de un curso específico” que forma parte de los programas de formación del profesorado. Asimismo, se suele abordar el aprendizaje colaborativo o por proyectos, así como el aprendizaje basado en la investigación o en problemas.

Sin embargo, los programas de formación del profesorado recogen con mucha menor frecuencia aspectos como el tratamiento de la diversidad, es decir, enseñar a una variedad de estudiantes con diferentes capacidades teniendo en cuenta los distintos intereses de chicos y chicas, y evitando estereotipos de género en la interacción con los estudiantes. Evidentemente, los resultados de este estudio son solo indicios de la preparación de los profesores para la enseñanza, puesto que su conocimiento y competencia reales no se pueden inferir directamente del contenido de los programas de formación del profesorado. Aun así, las conclusiones de este estudio pretenden ofrecer algún apunte sobre cómo es hoy día la formación de los futuros profesores en varios países europeos.

CAPÍTULO 1: EL RENDIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES EN CIENCIAS: DATOS PROCEDENTES DE LOS ESTUDIOS INTERNACIONALES

Introducción

Los estudios internacionales de evaluación del alumnado se desarrollan en un marco conceptual y metodológico consensuado con el objetivo de proporcionar indicadores orientados a las políticas. La posición relativa que ocupa cada país en función de su puntuación media en las pruebas es el indicador que más atrae la atención del público. Desde los años 60 la puntuación relativa de un país ha venido ejerciendo una influencia creciente en las políticas nacionales de educación, lo que ha generado cierta presión para que se imiten las prácticas educativas de los países con mejores resultados (Steiner-Khamsi, 2003; Takayama, 2008). Este capítulo presenta la puntuación media y la desviación típica de cada país europeo en las pruebas de rendimiento en las materias de ciencias, según recogen los estudios internacionales más importantes. Igualmente se presenta, para cada país europeo, la proporción de estudiantes que carecen de las destrezas básicas en ciencias, puesto que los estados miembros de la Unión Europea han asumido el compromiso político de reducir el número de alumnos con bajo rendimiento. Se ofrece también información básica sobre la metodología que se utiliza en los estudios internacionales sobre el rendimiento en ciencias.

La investigación transnacional puede ayudar a explicar las evidentes diferencias encontradas tanto entre países como dentro de un mismo país, así como a identificar problemas concretos que pueden presentar los sistemas educativos. No obstante, los indicadores procedentes de los estudios internacionales deberían usarse con cautela, puesto que son muchos y muy importantes los factores ajenos a las políticas educativas que pueden estar influyendo en el rendimiento educativo y, a menudo, estos factores suelen diferir entre países. Los indicadores del nivel de un país han recibido críticas en cuanto a que presentan indicadores simplificados sobre la ejecución de todo un sistema educativo (Baker y LeTendre, 2005). A la hora de interpretar los resultados, también es importante tener en cuenta que los estudios comparativos a gran escala se enfrentan con distintos retos metodológicos: las traducciones pueden generar distintos significados; la interpretación de algunas preguntas puede verse influida por sesgos culturales; la deseabilidad social y la motivación del alumnado pueden variar en los distintos contextos culturales; incluso la agenda política de las organizaciones que realizan las evaluaciones internacionales puede afectar al contenido de la evaluación (Hopmann, Brinek y Retzl, 2007; Goldstein, 2008). No obstante, se están implementando una serie de procedimientos de control de calidad con objeto de minimizar el impacto que estos problemas de tipo metodológico pueden tener sobre la comparabilidad de los resultados.

1.1. Principales estudios sobre el rendimiento del alumnado en ciencias

Actualmente el rendimiento del alumnado en ciencias se evalúa a través de dos estudios internacionales a gran escala, concretamente TIMSS y PISA. TIMSS, Tendencias en el Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (*Trends in International Mathematics and Science Study*), mide el rendimiento en matemáticas y ciencias de los estudiantes de los cursos cuarto y octavo ⁽²⁾. PISA - Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (*Programme for International Student Assessment*), mide los conocimientos y las destrezas en comprensión lectora, matemáticas y ciencias de los alumnos de 15 años.

Estos dos estudios se centran en diferentes aspectos del aprendizaje de los estudiantes. En términos generales, TIMSS pretende evaluar “lo que los estudiantes saben”, mientras que PISA busca descubrir “lo que los estudiantes son capaces de hacer con lo que saben”. TIMSS utiliza el currículo como concepto organizativo

⁽²⁾ Algunos países también realizan el llamado TIMSS “avanzado”, que evalúa las destrezas de los estudiantes en el último curso de la enseñanza secundaria.

principal. Los datos recogidos son de tres tipos: el *currículo prescrito*, tal como lo describen los países o los sistemas educativos; el *currículo implementado*, que es el que en realidad imparte el profesorado; y el *currículo logrado*, esto es, lo que los alumnos han aprendido (Martin, Mullis y Foy 2008, p. 25). PISA no se centra directamente en ningún elemento del currículo en particular, sino que más bien intenta evaluar la capacidad de los alumnos de 15 años para hacer uso de sus conocimientos científicos en situaciones de la vida cotidiana que tengan que ver con las ciencias y la tecnología. Se centra en la competencia científica, definida como:

La capacidad para utilizar el conocimiento científico, identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en evidencias, con el fin de comprender y contribuir a la toma de decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él (OCDE 2003, p. 133).

Al centrarse sobre este tipo de competencia, PISA se configura no solo a partir del currículo escolar sino también a partir del aprendizaje fuera del centro educativo.

TIMSS se realiza cada cuatro años, y la última vez que se llevo a cabo, en 2007, supuso el cuarto ciclo de evaluaciones de matemáticas y ciencias ⁽³⁾. Puesto que los alumnos de cuarto curso estudian después octavo, los países que participan en ciclos consecutivos de TIMSS pueden obtener también información sobre el progreso relativo entre cursos ⁽⁴⁾. No obstante, solo unos pocos países han participado en todos los estudios TIMSS (en concreto Italia, Hungría, Eslovenia y Reino Unido –Inglaterra–). Por norma general, en TIMSS participan menos de la mitad de los 27 países de la Unión Europea. En la última tanda, 15 sistemas educativos que pertenecen a la red Eurydice evaluaron el rendimiento en matemáticas y ciencias en cuarto curso, y 14 en octavo.

PISA, por su parte, abarca casi todos los sistemas educativos europeos. Se viene realizando cada tres años desde 2000, y todos los sistemas educativos de la red Eurydice, exceptuando a Chipre y Malta, participaron en las dos últimas ediciones (2006 y 2009). Todos los ciclos de evaluación de PISA recogen el rendimiento de los estudiantes en las tres materias principales: comprensión lectora, matemáticas y ciencias, aunque cada uno se centra en una de las materia en particular. En 2006 se centró en las ciencias, en 2003 en matemáticas, y en 2000 y 2009 en comprensión lectora ⁽⁵⁾. Cuando el estudio se centró en las ciencias, se dedicó más de la mitad del tiempo de la prueba (54%) a las ciencias (OCDE 2007a, p. 22) ⁽⁶⁾. Se incluían preguntas relacionadas con la actitud de los alumnos hacia las ciencias y su conocimiento acerca de las opciones de carrera que se abren a aquellos que dominan las ciencias. Las tendencias en rendimiento en ciencias solo pueden calcularse desde 2006 (cuando el estudio se centró mayoritariamente en las ciencias) hasta 2009 (resultados más recientes).

La muestra utilizada en TIMSS se selecciona en base al curso escolar mientras que la de PISA lo hace en base a la edad de los alumnos. Las diferencias resultantes en la población estudiantil evaluada tienen consecuencias. Así, en TIMSS los estudiantes presentan un número similar de años de escolarización, esto es, están en su cuarto u octavo curso ⁽⁷⁾, pero su edad difiere de un país a otro, dependiendo de la edad a la

⁽³⁾ Para una descripción del desarrollo de las pruebas, los procedimientos de recopilación de datos y los métodos de análisis utilizados en TIMSS 2007, véase Olson, Martin y Mullis (2008).

⁽⁴⁾ La población participante no es exactamente igual debido a los métodos de muestreo utilizados, que, no obstante, están diseñados para proporcionar representatividad a nivel nacional.

⁽⁵⁾ Información sobre el diseño de las pruebas y las muestras, sobre los métodos de análisis de datos, sobre aspectos técnicos del proyecto y sobre los mecanismos de control de calidad de PISA 2000 puede consultarse en Adams y Wu (2000). Para PISA 2003, véase OCDE (2005); para PISA 2006, véase OCDE (2009a); y para PISA 2009, véase OCDE (2009b).

⁽⁶⁾ A modo de comparación, en el último ciclo de PISA, que se centró en la comprensión lectora, el tiempo total empleado en la evaluación de las ciencias fue el 23% (OCDE 2010a, p. 24).

⁽⁷⁾ En Reino Unido (Inglaterra y Escocia) se evaluó a los estudiantes en quinto y noveno, ya que la escolarización es muy temprana y, de no ser así, los alumnos habrían sido muy jóvenes. Eslovenia ha realizado reformas estructurales que han supuesto un inicio más temprano de la escolarización, de modo que los alumnos de cuarto y octavo tendrían la misma edad que los alumnos que previamente cursaban tercero y séptimo, pero con un año más de escolarización. Para controlar este cambio, Eslovenia examinó en los anteriores ciclos de evaluación a los estudiantes que estaban en su tercer y séptimo año de escolarización. Esta transición se ha completado en el cuarto curso, aunque no en el octavo, donde algunos de los alumnos evaluados estaban cursando su séptimo año de escolarización (Martin, Mullis y Foy, 2008).

que se comienza la escolarización y de las prácticas de repetición de curso (véase más en EACEA/Eurydice (2011)). Por ejemplo, en TIMSS 2007, el promedio de edad de los estudiantes de cuarto curso en los países europeos oscilaba entre los 9,8 y los 11,0 años en el momento del examen (Martin, Mullis y Foy 2008, p. 34), y la edad de los que cursaban octavo iba de los 13,8 a los 15,0 años (ibíd., p. 35). En PISA todos los alumnos examinados tienen 15 años, pero varía el número de años de escolarización, especialmente en aquellos países donde se practica la repetición de curso. En 2009, se esperaba que los alumnos de 15 años evaluados estuvieran de media entre los cursos 9º y 11º, pero en algunos países los estudiantes que realizaron las pruebas procedían de seis cursos diferentes (desde 7º a 12º).

Puesto que TIMSS se centra en el currículo, recoge una mayor cantidad de información contextual referente al entorno de aprendizaje de los estudiantes que PISA. La selección de clases completas dentro de los centros escolares permite recopilar información sobre el profesorado que imparte temas de ciencias a dichas clases. Los docentes rellenaron unos cuestionarios sobre la metodología que utilizan para impartir currículo, así como sobre su formación inicial como profesores y su formación permanente. Además, los directores de estos estudiantes facilitaron información sobre los recursos del centro escolar y el ambiente de aprendizaje del centro. A los estudiantes también se les preguntó sobre sus actitudes hacia las ciencias y hacia el centro escolar, así como sobre sus intereses y el uso de ordenadores.

Con respecto al contexto de aprendizaje, en PISA 2006 se solicitó a los directores de los centros educativos que proporcionaran información sobre las características del centro y la organización de la enseñanza de las ciencias en el mismo. Además de las preguntas sobre el entorno y las actitudes hacia las ciencias, en 21 países europeos los estudiantes completaron un cuestionario PISA optativo que recogía información sobre el acceso que tenían al ordenador así como la frecuencia y la finalidad de su uso. Por otro lado, nueve países recopilaron información sobre la inversión que padres y madres hacen en la educación de sus hijos, así como sobre su percepción de cuestiones relativas a las ciencias y a las carreras relacionadas con ellas.

En TIMSS 2007, el marco de evaluación de las ciencias se basó en dos aspectos: la dimensión del contenido y la dimensión cognitiva. En cuarto curso, las tres áreas de contenido eran ciencias biológicas, ciencias físicas y ciencias de la Tierra. En octavo había cuatro áreas de contenido: biología, química, física y ciencias de la Tierra. En ambos cursos se evaluaron las mismas dimensiones cognitivas: conocer, aplicar y razonar (Mullis et al., 2005).

Desde 2006 PISA diferencia entre *conocimiento de las ciencias* y *conocimiento sobre ciencia*. El conocimiento *de las ciencias* incluye la comprensión de conceptos y teorías científicas fundamentales; el conocimiento *sobre la ciencia* incluye “entender la naturaleza de la ciencia en tanto que actividad humana así como la potencia y las limitaciones del conocimiento científico” (OCDE 2009b, p. 128). El dominio del *conocimiento de las ciencias* incluye los sistemas físicos, los sistemas biológicos, las ciencias de la Tierra y el espacio, y la Tecnología.

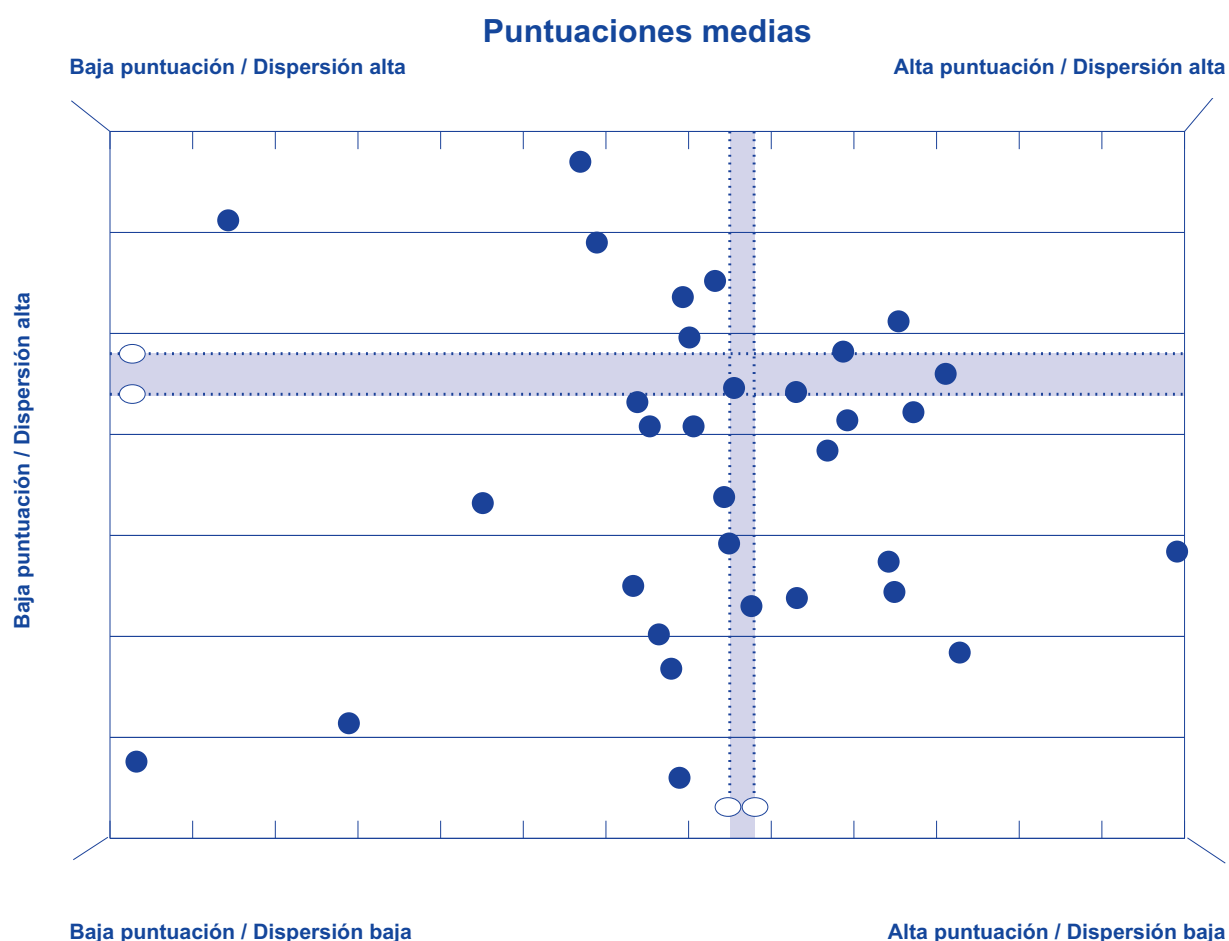
A modo de conclusión, las evaluaciones TIMSS y PISA se concibieron para atender propósitos diferentes y ambas tienen marcos y conjuntos de preguntas únicos y diferenciados. Por lo tanto, es de esperar que entre ambos estudios aparezcan diferencias en los resultados para un año determinado o en la estimación de tendencias.

1.2. El rendimiento en ciencias según los resultados de PISA

El informe PISA ofrece sus resultados mediante una escala de puntuación con una media de 500 y una desviación típica de 100 establecida para todos los estudiantes de los países de la OCDE que participan en el estudio. En 2006, una vez establecidos los estándares de rendimiento en ciencias, se pudo inferir que cerca de las dos terceras partes de los estudiantes de los países de la OCDE puntuaban en el intervalo entre 400 y 600 puntos. La escala de ciencias de PISA se divide también en niveles de dominio en cada uno de los cuales se discrimina y describe lo que se espera que un alumno sea capaz de hacer, y esto se realiza asociando tareas con niveles de dificultad. En la escala de ciencias de 2006 se establecieron seis niveles de dominio, que fueron los que se utilizaron para informar sobre los resultados de PISA 2009 (OCDE, 2009b).

En los estudios internacionales de evaluación de estudiantes el indicador más usual a la hora de comparar resultados entre los distintos sistemas educativos es el rendimiento medio. En 2009, el rendimiento medio en ciencias en los 27 países de la UE se situó en 501.3⁽⁸⁾ (véase el gráfico 1.1). Al igual que en la anterior tanda de evaluación (2006), Finlandia mostró un rendimiento superior al del resto de los 27 países de la UE⁽⁹⁾. El promedio de puntuación en Finlandia (554) era unos 50 puntos más elevada que la media de los 27 países de la Unión, y aproximadamente la mitad de la desviación estándar internacional. Sin embargo, los estudiantes finlandeses no obtuvieron tan buenos resultados como los estudiantes del país/región con la más alta puntuación, que fue Shanghai-China (575), pero sí obtuvieron más o menos el mismo resultado que los alumnos de Hong Kong-China (549).

◆◆◆ Gráfico 1.1: Puntuación media y desviación típica en ciencias de los estudiantes de 15 años, 2009



⁽⁸⁾ Se trata de una estimación promedio realizada tomando en cuenta el tamaño absoluto de la población de alumnos de 15 años muestreada en cada uno de los 27 países de la EU que participaron en PISA 2009. La puntuación media de los 27 países de la UE se obtuvo de la misma forma que el total de la OCDE (es decir, la media de todos los países de la OCDE, tomando en consideración el tamaño absoluto de la muestra). En 2009 el total de la OCDE fue de 496.

⁽⁹⁾ Tanto esta como otras comparaciones presentan una significación estadística a nivel de $p < .05$. Esto significa que la probabilidad estadística de realizar una afirmación falsa es inferior al 5%.

	UE-27	BE-fr	BE-de	BE-nl	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FE	IT	CY	LV	LT	LU
Puntuación media en 2009	501	482	519	526	439	501	499	520	528	508	470	488	498	489	x	494	491	484
Diferencia con 2006	3.6	-3.7	3.0	-3.1	5.2	-12.4	3.4	4.8	-3.6	-0.3	-3.3	-0.1	3.0	13.4	x	4.4	3.4	-2.4
Desviación típica 2009	98	109	89	98	106	97	92	101	84	97	92	88	103	97	x	78	85	105
Diferencia con 2006	-2.0	5.4	-8.6	5.3	-1.1	-1.1	-1.2	0.6	0.6	2.7	-0.6	-3.0	1.0	1.1	x	-6.3	-4.9	7.7

	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK (!)	UK-SCT	IS	LI	NO	TR
Puntuación media en 2009	503	x	522	494	508	493	428	512	490	554	495	514	514	496	520	500	454
Diferencia con 2006	-1.3	x	-2.7	-16.5	10.3	18.6	9.8	-7.0	1.9	-9.2	-8.2	-1.1	-0.5	4.8	-2.3	13.4	30.1
Desviación típica 2009	87	x	96	102	87	83	79	94	95	89	100	99	96	95	87	90	81
Diferencia con 2006	-1.7	x	0.5	m	-3.0	-5.2	-2.3	-4.0	2.3	3.6	5.6	-8.3	-4.2	-1.5	-9.5	-6.5	-2.5

m no comparable x Países que no participan en el estudio

Fuente: Bases de datos de OCDE, PISA 2009 y 2006.

UK (!): UK-ENG/WLS/NIR

Nota explicativa

Las áreas sombreadas señalan los promedios de los 27 países de la Unión. Se trata de indicadores de intervalo que tienen en cuenta el error típico. A la hora de interpretar el gráfico es importante tener en cuenta que, pese a que las medias de los países se representan mediante puntos, son también indicadores de intervalo. Los puntos cercanos a la zona media de la UE no presentan diferencias significativas con la media UE. Los valores cuya diferencia con la media de los 27 países UE es estadísticamente significativa ($p < .05$) (o diferente de cero cuando se consideran las diferencias) se indican en la tabla en negrita.

Notas específicas de los países

Austria: las tendencias no se pueden comparar con rigor, puesto que algunos centros escolares austríacos se negaron a realizar el estudio PISA en 2009 (ver OCDE 2010c). Aun así, los resultados austríacos están incluidos en la media de los 27 países de la UE.



En el otro extremo de la escala, los estudiantes de Bulgaria, Rumanía y Turquía obtuvieron un rendimiento medio considerablemente inferior a todos los demás países de la red Eurydice participantes. Las puntuaciones medias de estos países se situaron entre 50-70 puntos por debajo de la media de los 27 países de la UE. En 2006 estos países también obtuvieron los resultados más bajos, si bien Turquía ha incrementado su puntuación media de manera considerable (30 puntos).

Tan solo el 11% de la varianza del rendimiento de los alumnos se puede atribuir a diferencias entre países⁽¹⁰⁾. El resto de la varianza es atribuible a diferencias dentro de un mismo país, por ejemplo, diferencias entre programas educativos, entre centros y entre los estudiantes dentro de un mismo centro. La distribución relativa de las puntuaciones en un mismo país, o la diferencia entre los estudiantes que muestran el rendimiento más alto y el más bajo, sirve de indicador de la equidad de los resultados educativos. En 2009, la desviación típica en el rendimiento en ciencias de los 27 países de la UE fue de 98,0 puntos (véase el gráfico 1.1), lo cual significa que cerca de dos tercios de los alumnos de los países de la UE-27 obtuvieron una puntuación entre 403 y 599 puntos.

Puede ocurrir que países con un nivel similar de rendimiento medio presentan distintas amplitudes en la puntuación de los alumnos. Así pues, a la hora de realizar comparaciones entre países es importante tener en cuenta no solo la puntuación media de los estudiantes de ese país, sino también la amplitud en sus puntuaciones. El gráfico 1.1 une esos dos indicadores mostrando en el eje de las 'x' los resultados medios de los países (como indicador de eficiencia de los sistemas educativos) y un eje 'y' la desviación típica (como

⁽¹⁰⁾ Según se desprende del análisis de los 27 países de la UE participantes mediante un modelo multinivel con 3 niveles: país, centro educativo y alumno.

indicador de equidad de los sistemas educativos). Se puede considerar que los países con resultados medios significativamente más altos y con unas desviaciones típicas notablemente más bajas que la media de los 27 países UE tienen unos resultados educativos tanto eficaces como equitativos (véase el recuadro inferior derecho del gráfico 1.1). En lo que respecta al rendimiento en ciencias, los sistemas educativos de Bélgica (Comunidad germanófono), Estonia, Polonia, Eslovenia, Finlandia y Liechtenstein pueden considerarse eficientes y equitativos.

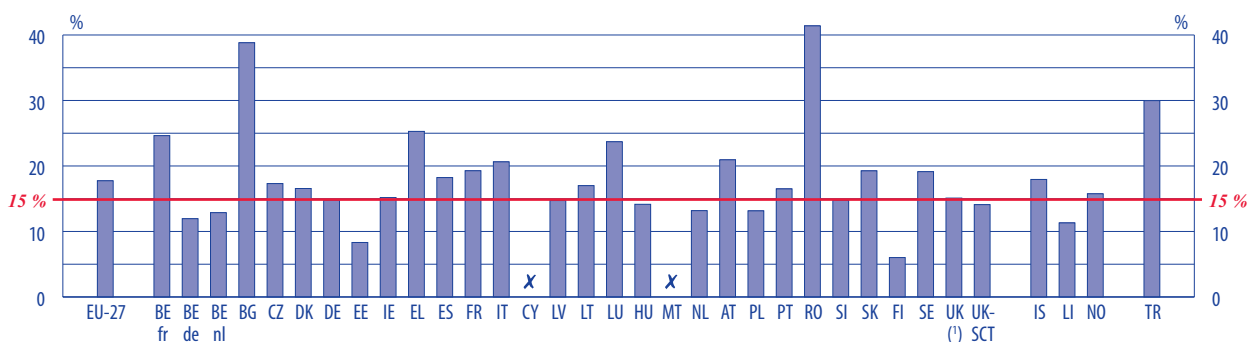
El otro extremo del gráfico 1.1 (esquina superior izquierda) indica los países con altas desviaciones típicas y bajas puntuaciones medias. En Bélgica (Comunidad francesa), Bulgaria y Luxemburgo, la diferencia entre estudiantes con alto y bajo rendimiento es superior a la media de la UE, y las puntuaciones están por debajo de la media de la Unión. Los centros escolares y el profesorado de estos países tienen que hacer frente a un alumnado que presenta una gran variedad en su nivel de competencias. Por lo tanto, una forma de incrementar el rendimiento global sería centrándose en apoyar a los alumnos con bajo rendimiento.

Por último, hay varios países europeos en los que el rendimiento medio en ciencias es inferior a la media de la UE, aunque la dispersión del rendimiento de los estudiantes no es alta. Así, Grecia, España, Letonia, Lituania, Portugal, Rumanía y Turquía necesitan atender al rendimiento en ciencias en los distintos niveles de competencia para así incrementar su rendimiento medio.

Otro indicador importante de la calidad y equidad en la educación es el porcentaje de estudiantes que no poseen las destrezas básicas en ciencias. Los estados de la UE han fijado como objetivo de referencia para el año 2020 reducir a menos del 15% el porcentaje de alumnos de 15 años con un bajo rendimiento en ciencias ⁽¹¹⁾. El Consejo Europeo considera que los alumnos tienen un rendimiento bajo cuando no alcanzan el nivel 2 en PISA. De acuerdo con la OCDE (2007a, p. 43), los alumnos que alcanzan el nivel 1 tienen un conocimiento científico tan limitado que sólo pueden aplicarlo a escasas situaciones que les resulten familiares; por otro lado, únicamente son capaces de ofrecer explicaciones científicas obvias que se siguen explícitamente de las evidencias que se les han proporcionado. Los alumnos cuyo nivel de ejecución es inferior al nivel 1 son incapaces de mostrar competencias científicas básicas en situaciones como las requeridas en las tareas más sencillas de PISA; la carencia de estas habilidades puede dificultar su participación integral en la sociedad y la economía.

Como muestra el gráfico 1.2, en 2009, en la UE-27 un porcentaje medio del 17,7% del alumnado obtuvo un bajo rendimiento en ciencias. Únicamente Bélgica (Comunidades flamenca y germanófono), Estonia, Polonia y Finlandia habían alcanzado ya el objetivo de referencia europeo (es decir, que el número de alumnos con bajo rendimiento en ciencias llegara a ser inferior al 15%). En cierto número de países europeos la tasa de

◆◆◆ Gráfico 1.2: Porcentaje de alumnos de 15 años con bajo rendimiento en ciencias, 2009



⁽¹¹⁾ Conclusiones del Consejo del 12 de mayo de 2009 sobre el Marco Estratégico para la Cooperación Europea en el ámbito de la Educación y la Formación ('ET 2020'). OJ C 119, 28.5.2009.

	UE-27	BE fr	BE de	BE nl	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	IT	LV	LT	LU
2009	17.7	24.6	12.0	12.9	38.8	17.3	16.6	14.8	8.3	15.2	25.3	18.2	19.3	20.6	14.7	17.0	23.7
Δ	-2.0	0.4	-3.5	1.3	-3.8	1.8	-1.9	-0.6	0.7	-0.3	1.2	-1.4	-1.9	-4.6	-2.7	-3.3	1.6
	HU	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK (!)	UK-SCT	IS	LI	NO	TR	
2009	14.1	13.2	20.9	13.1	16.5	41.4	14.8	19.3	6.0	19.1	15.1	14.1	17.9	11.3	15.8	30.0	
Δ -	0.9	0.2	m	-3.8	-8.0	-5.5	0.9	-0.9	1.9	2.8	-1.8	-0.5	-2.6	-1.6	-5.3	-16.6	

Δ – diferencia con 2006 m – no comparable x – países que no participaron en el estudio

Fuente: Bases de datos de la OCDE, PISA 2006 y 2009.

UK (!): UK-ENG/WLS/NIR

Nota explicativa

Alumnos con bajo rendimiento –se refiere a los que sitúan por debajo del nivel 2 (<409.5).

Para interpretar las diferencias, los valores diferentes de cero estadísticamente significativos ($p < .05$) se señalan en negrita.

Notas específicas de los países

Austria: las tendencias no se pueden comparar con rigor, puesto que algunos centros escolares austríacos se negaron a realizar el estudio PISA en 2009 (ver OCDE 2010c). Aun así, los resultados austríacos están incluidos en la media de los 27 países de la UE.



alumnos con bajo rendimiento se situaba cerca del 15%, entre ellos Alemania, Irlanda, Letonia, Hungría, los Países Bajos, Eslovenia, el Reino Unido y Liechtenstein. En el otro extremo de la escala, el porcentaje de alumnos que carecían de las destrezas básicas en ciencias era especialmente alto en Bulgaria y Rumanía – alrededor de un 40% de los alumnos de estos países no alcanzó el nivel de competencia 2. En 2006 Turquía obtuvo un porcentaje similar de alumnos con bajo rendimiento en ciencias, pero en 2009 esta cifra descendió hasta el 30%.

Cuando se considera la tendencia general del rendimiento en ciencias en los 27 países de la UE, se observa cierta mejora respecto a los resultados de PISA 2006. Aunque la mejora en las puntuaciones medias del rendimiento en ciencias en la UE-27 no fue estadísticamente significativa, el porcentaje de alumnos que carecen de las destrezas básicas en ciencias disminuyó de manera estadísticamente significativa en comparación con 2006 (cerca del 2%, con un error típico de 0.51). Además, la dispersión de los resultados de los alumnos de los 27 países parece mejorar, ya que la desviación típica en el rendimiento en ciencias disminuyó de 100 en 2006 a 98 en 2009 (la diferencia de -2,0 es estadísticamente significativa con un error típico de 0.88). Aunque se trata de mejoras de limitado alcance, es importante tener en cuenta que se han producido en el transcurso de tan solo tres años.

Hay varios países que ha experimentado cambios importantes en su rendimiento en ciencias, como por ejemplo, Italia, Polonia, Portugal, Noruega y Turquía, cuya puntuación media aumentó, mientras que el porcentaje de alumnos con bajo rendimiento disminuyó, en comparación con 2006. Turquía mejoró su rendimiento en 30 puntos, lo que equivale a casi medio nivel de dominio. Portugal también aumentó sustancialmente su puntuación en 19 puntos. En estos dos países el porcentaje de alumnos con bajo rendimiento también decreció significativamente; en Turquía, un 17% y en Portugal, un 8%. Por el contrario, hubo un significativo retroceso en las puntuaciones en ciencias de la República Checa (-12 puntos), Eslovenia (-7 puntos) y Finlandia (-9 puntos). Pese a estos cambios, estos países siguen situándose en la media de rendimiento europeo o por encima de ella, y Finlandia incluso mantuvo la segunda posición en la escala mundial de evaluación de ciencias de PISA. En Suecia el porcentaje de alumnos con bajo rendimiento aumentó de un 16% a un 19%. En Finlandia, la proporción de alumnos que obtuvieron resultados por debajo del nivel 2 aumentó del 4% al 6%, lo que no impide que esta cifra siga siendo la más baja entre todos los países participantes en PISA 2009, al igual que en 2006.

La evaluación PISA 2006 estableció una diferencia entre el *conocimiento de las ciencias* (conocimiento de las distintas disciplinas científicas y el mundo natural) y el *conocimiento sobre ciencia* en tanto que una forma de

investigación humana. La primera incluye la comprensión de los conceptos y teorías científicas fundamentales; la segunda incluye la comprensión de cómo los científicos obtienen evidencias y usan la información. Los resultados de PISA 2006 mostraron que el *conocimiento de las ciencias* era más sólido en más países europeos que el *conocimiento sobre ciencia*. Esto era particularmente notable en los países europeos del este, cuyos alumnos tendían a rendir peor en preguntas sobre la comprensión de la naturaleza del trabajo y el pensamiento científicos. En las preguntas donde se requería *conocimiento de las ciencias* los estudiantes obtuvieron un rendimiento superior en más de 20 puntos en la República Checa, Hungría y Eslovaquia; y en más de 10 puntos en Bulgaria, Estonia, Lituania, Austria, Polonia, Eslovenia, Suecia y Noruega. Sin embargo, Francia fue el único país europeo en el que los alumnos obtuvieron un rendimiento superior en más de 20 puntos de media en las preguntas que requerían *conocimiento sobre ciencia*, comparado con el que obtuvieron en las que requerían *conocimiento de las ciencias*. En este tipo de preguntas los alumnos de Bélgica y los Países Bajos también obtuvieron un rendimiento superior en más 10 puntos (OCDE, 2007a, 2007b).

1.3. El rendimiento en ciencias según los resultados de TIMSS

Las escalas para TIMSS se establecieron utilizando una metodología similar a PISA. Las escalas de ciencias de TIMSS para cuarto y octavo curso se basan en las evaluaciones de 1995, situando así la media de las puntuaciones de los países participantes en TIMSS 1995 en 500, y la desviación típica en 100 (Martin, Mullis y Foy, 2008).

Puesto que son relativamente pocos los países europeos que participan en TIMSS y que no siempre los mismos países examinan a los alumnos en cuarto y en octavo curso, en esta sección no se hará excesivo hincapié en comparaciones que tomen como referencia la media de la UE. En su lugar, el debate se centrará en las diferencias entre países. La media de la UE ⁽¹²⁾ figura en el gráfico 1.3., a modo de indicación.

En lo que se refiere al cuarto curso, Letonia (pero sólo los estudiantes que reciben la enseñanza en letón) y el Reino Unido (Inglaterra) obtuvieron la media más alta en el rendimiento de los alumnos en ciencias (542 puntos) y fueron los dos únicos sistemas educativos con resultados por encima de la media de la UE. No obstante, los resultados fueron significativamente inferiores a los de los países con mejores resultados del mundo: Singapur (587 puntos), la china Taipéi (557 puntos) y Hong Kong SAR (554 puntos). Ya en anteriores evaluaciones TIMSS los países asiáticos eran los mejores en rendimiento en ciencias en los dos cursos evaluados. En octavo, fueron también los estudiantes de Singapur quienes obtuvieron unos resultados medios más altos, (567 puntos), seguidos de la china Taipéi (561 puntos), Japón (554 puntos) y la República de Corea (553 puntos). Después de estos países asiáticos se situaron los sistemas educativos europeos con mejores resultados, a saber el Reino Unido (Inglaterra), con 542 puntos, Hungría y la República Checa, con 539 puntos y Eslovenia, con 538 puntos.

En el otro extremo de la escala, en cuarto, Noruega, con 477 puntos y el Reino Unido (Escocia), con 500 puntos obtuvieron unos resultados medios significativamente inferiores al resto de los países europeos participantes. En octavo, el número de países con pobres resultados se amplía, contándose entre ellos Chipre (452 puntos), Turquía (454 puntos), Malta (457 puntos), Rumanía (462 puntos) y Bulgaria (470 puntos).

Es importante tener en cuenta que los resultados de los cursos cuarto y octavo no son directamente comparables, puesto que aunque “las escalas para ambos cursos se expresan en unidades numéricas idénticas, no son comparables directamente en términos de poder explicar hasta qué punto el aprovechamiento o aprendizaje en un curso se iguala al aprovechamiento o aprendizaje en el otro” (Martin, Mullis y Foy 2008, p. 32). Aún así, se pueden hacer comparaciones en términos de rendimiento relativo (mayor o menor). Por

⁽¹²⁾ Se trata de una media calculada teniendo en cuenta el tamaño total de la población de cada uno de los 27 países de la UE que participaron en TIMSS 2007.

◆◆◆ Gráfico 1.3: Puntuación media y desviación típica en el rendimiento en ciencias en alumnos de cuarto y octavo curso, 2007

4º Curso			8º Curso	
Puntuación media	Desviación típica		Puntuación media	Desviación típica
530.6	78.9	EU-27	512	86.8
x	x	BG	470.3	102.6
515.1	75.6	CZ	538.9	71.4
516.9	76.9	DK	x	x
527.6	79.1	DE	x	x
535.2	81.4	IT	495.1	77.5
x	x	CY	451.6	85.3
541.9	66.9	LV	x	x
514.2	65.2	LT	518.6	78.2
536.2	84.8	HU	539	76.6
x	x	MT	457.2	113.9
523.2	59.9	NL	x	x
525.6	77.4	AT	x	x
x	x	RO	461.9	87.9
518.4	76.2	SI	537.5	72.0
525.7	87.3	SK	x	x
524.8	73.6	SE	510.7	78.0
541.5	80.2	UK-ENG	541.5	85.4
500.4	76.2	UK-SCT	495.7	81.1
476.6	76.7	NO	486.8	73.3
x	x	TR	454.2	91.9

Notas específicas de los países

Dinamarca y el Reino Unido (Escocia): cumplimiento de las directrices sobre índices de participación muestral una vez incluidos los centros suplentes.

Letonia y Lituania: la población nacional objetivo no incluye a toda la población internacional objetivo tal y como la define TIMSS. Letonia incluyó únicamente a los alumnos que reciben enseñanza en letón, Lituania, únicamente a los alumnos que reciben enseñanza en lituano.

Los Países Bajos: cumplimiento casi total de las directrices sobre índices de participación muestral una vez incluidos los centros suplentes.

Reino Unido (Inglaterra): en octavo, cumplimiento de las directrices sobre índices de participación muestral una vez incluidos los centros suplentes.

Los valores que difieren de forma estadísticamente significativa ($p < .05$) de la media de los 27 países de la UE se han señalado en negrita en la tabla.

Fuente: IEA, base de datos de TIMSS 2007.



tanto, de los países que evaluaron ambos cursos puede decirse que el Reino Unido (Inglaterra) y Hungría mantuvieron un rendimiento alto en ciencias tanto en cuarto como en octavo curso.

Como se ha comentado anteriormente, es importante tener en cuenta tanto los resultados medios como su dispersión, así como la diferencia entre alumnos con alto y con bajo rendimiento. En cuarto ningún país europeo tiene una desviación típica particularmente superior al resto de los sistemas educativos participantes. En general, la dispersión de los resultados de los alumnos fue bastante baja en todos los países europeos comparada con la desviación típica internacional (fijada en 100). Los Países Bajos presentaron una desviación típica (60) mucho menor que la del resto de países europeos. Letonia y Lituania tuvieron también una baja dispersión en los resultados de los alumnos (desviaciones típicas de 65-67), si bien Letonia incluyó únicamente a los alumnos a los que se les enseña en letón y Lituania, a los que se les enseña en lituano. En octavo curso, por el contrario, hubo dos países (Bulgaria y Malta) con un rango de resultados mucho más amplio (entre alumnos de alto y de bajo rendimiento) que en otros países europeos.

Desde la primera evaluación TIMSS en 1995 las puntuaciones medias han experimentado muchos e importantes cambios. En Italia, Letonia, Hungría, Eslovenia y el Reino Unido (Inglaterra), las puntuaciones de los alumnos de cuarto curso mejoraron significativamente en el tiempo ⁽¹³⁾. La República Checa, Austria, el Reino Unido (Escocia) y Noruega, por su parte, vieron cómo disminuían considerablemente sus puntuaciones. En Noruega las puntuaciones disminuyeron en el período 1995-2003, pero luego mejoraron de manera significativa en 2003-2007, de modo que en 2007 sus puntuaciones eran casi las mismas que en 1995.

⁽¹³⁾ El índice de cambio intra países y entre países durante el período de tiempo especificado puede variar. Para más información, consúltense los informes internacionales.

En octavo estos sistemas educativos (excepto Austria, que no examinó a alumnos de octavo) sufrieron también menguas importantes con el paso del tiempo. Además, también los resultados de los estudiantes suecos empeoraron. En cambio, los resultados medios de los alumnos de octavo en Lituania y Eslovenia mejoraron significativamente. .

1.4. Principales factores asociados con el rendimiento en ciencias

Los estudios internacionales sobre el rendimiento de los alumnos exploran los factores asociados al rendimiento en ciencias a distintos niveles: características individuales de los estudiantes y de sus familias, profesorado y centros, y sistemas educativos.

Impacto del entorno familiar y las características individuales de los estudiantes

La investigación ha puesto claramente de manifiesto que el **entorno familiar** es muy importante para el rendimiento escolar (Breen & Jonsson, 2005). El estudio TIMSS encuentra una relación muy estrecha entre rendimiento en ciencias del alumnado y su entorno, medida mediante la cantidad de libros que tienen en casa o por el hecho de que se hable en casa el lenguaje utilizado en las pruebas (Martin, Mullis y Foy, 2008). Un análisis de los resultados de PISA 2006 puso de manifiesto que el entorno familiar, medido a través de un índice que resumía la posición económica, social y cultural de cada estudiante, sigue siendo uno de los factores que afectan al rendimiento de forma más determinante. En los países de la UE este índice explicaba una media del 16% de la variabilidad en el rendimiento en ciencias (EACEA/Eurydice, 2010) ⁽¹⁴⁾. No obstante, de un entorno familiar desfavorecido no se sigue automáticamente un rendimiento escolar pobre. De acuerdo a los resultados de PISA 2006, muchos alumnos desfavorecidos pasaban menos tiempo estudiando ciencias en el centro escolar que sus compañeros más aventajados. En muchos casos, terminaban desembocando en itinerarios, ramas o centros que limitaban fuertemente su capacidad de elección o en los que no se daban oportunidades de acceder a cursos de ciencias. Así pues, conviene tener en cuenta el tiempo de aprendizaje en el centro a la hora de diseñar políticas de mejora del rendimiento de los alumnos desfavorecidos (OCDE, 2011).

Los resultados de PISA 2006 revelaron que el entorno del alumno parece influir en su interés por las ciencias. Los alumnos con un entorno socio-económico más favorecido o cuyos padres estaban relacionados con una carrera de ciencias tenían a mostrar un interés general por las ciencias y a identificar en qué medida la ciencia les podía resultar útil en un futuro (OCDE, 2007a).

Las diferencias de **género** en cuanto el rendimiento medio en ciencias son bastante pequeñas comparadas con otras competencias básicas evaluadas en los estudios internacionales (por ejemplo, lectura y matemáticas) (EACEA/Eurydice, 2010). No obstante, es importante tener en cuenta que las medias globales por género se ven influidas por la distribución de chicas y chicos en los diferentes itinerarios o ramas (planes de estudio de los centros). En la mayoría de los países son más las chicas que estudian en centros y escogen itinerarios de corte más académico y de rendimiento superior que los chicos. Como resultado, en muchos países las diferencias de género en ciencias eran considerables dentro de un mismo centro o programa de estudios, incluso aunque fueran pequeñas en términos globales. Además, se encontraron diferencias de género en cuanto a competencias científicas y a determinadas actitudes. En promedio, a las chicas se les dio mejor *identificar cuestiones científicas*, mientras que a los chicos eran mejores en la *explicación científica de fenómenos*. Los chicos también obtuvieron mejores resultados con diferencia en lo que se refería a responder a preguntas sobre física (OCDE, 2007a). Entre las actitudes evaluadas por PISA, la mayor diferencia de género se observó en el autoconcepto de los alumnos en ciencias. De media, en todos los países europeos las chicas

⁽¹⁴⁾ Comparado con un 0% explicado por el género y un 1% explicado por la condición de inmigrante, utilizando un modelo de regresión lineal simple que predecía el rendimiento en ciencias en función de estas tres variables.

tenían menores niveles de confianza en sus habilidades científicas que los chicos, y éstos también tenían un nivel de confianza superior a la hora de abordar determinadas tareas científicas. En casi todos los demás aspectos actitudinales hacia las ciencias autoinformados no se encontraron diferencias de género consistentes. El interés hacia la ciencia de chicos y chicas era similar y, en general, tampoco se encontraron diferencias en la tendencia de ambos a usar las ciencias en sus estudios o trabajos futuros (EACEA/Eurydice, 2010; OCDE, 2007b).

Los estudios internacionales sobre el rendimiento de los alumnos demuestran que hay una clara conexión entre el **placer de aprender ciencias** y el rendimiento en ciencias. PISA 2006 puso de manifiesto que el hecho de que los alumnos creyeran que podían resolver tareas de forma efectiva y superar las dificultades (su autoeficacia en ciencias) estaba especialmente relacionado con sus resultados. Si bien esto no denota una conexión causal, los resultados sugieren que los estudiantes que tienen un mayor interés por las ciencias están más dispuestos a realizar el esfuerzo necesario para obtener buenos resultados (OCDE, 2007a). Igualmente, el estudio TIMSS encuentra una conexión entre el nivel de confianza en uno mismo para aprender ciencias y el rendimiento en la materia (Martin, Mullis y Foy, 2008).

Los resultados de TIMSS parecen sugerir que las **actitudes hacia la ciencia** difieren de un curso a otro, así como entre las materias de ciencias. Según el Índice de Actitudes Positivas de los Estudiantes hacia las Ciencias, los alumnos de cuarto normalmente tienen una actitud positiva ⁽¹⁵⁾. En octavo, se construyó un índice general de actitudes exclusivamente para los países en que las ciencias se imparten como materia única, integrada. En tres de los cuatro países donde se pudo hacer una comparación entre actitudes hacia la ciencia, las de los alumnos de octavo eran mucho peores que las de los de cuarto. En Italia este rasgo era especialmente pronunciado, pues el 78% de los alumnos de cuarto frente a solo el 47% de los de octavo tenía actitudes positivas hacia la ciencia (Martin, Mullis y Foy, 2008). En los países en que las ciencias se imparten en materias separadas, la actitud de los alumnos de octavo hacia la biología fue la más positiva, y algo menos positiva hacia las ciencias de la Tierra, y particularmente, hacia la química y la física ⁽¹⁶⁾.

Existe un estudio internacional independiente, “la relevancia de la educación científica” (ROSE, por sus siglas en inglés, *the Relevance of Science Education*) que tuvo lugar en el período 2003-2005, y que analiza tanto el punto de vista de los alumnos como sus actitudes hacia las ciencias hacia el final de la enseñanza secundaria (15 años). Este estudio contempla las actitudes positivas hacia las ciencias como objetivos de aprendizaje importantes en sí mismos (Sjøberg y Schreiner, 2010). Los intereses influyen en las futuras elecciones de carrera; es más, las actitudes hacia la ciencia que se adquieren en el centro escolar pueden determinar la relación de una persona con las ciencias y la tecnología en su vida adulta. Desafortunadamente, los resultados del estudio han de interpretarse con cautela, puesto que no todos los países participantes consiguieron aportar muestras representativas ⁽¹⁷⁾.

Los resultados de ROSE muestran que las actitudes hacia la ciencia y la tecnología por parte de los jóvenes eran mayoritariamente positivas, si bien los alumnos se mostraban más escépticos hacia las ciencias impartidas en el centro escolar. Los resultados indican cierta variabilidad entre países. Los alumnos de los países del norte de Europa parecían mostrar menos interés por las ciencias y las carreras de ciencias que los alumnos de los países del sur. Los temas menos interesantes para los alumnos de 15 años eran las plantas (flora), las sustancias químicas y los temas de física básica (como los átomos y las ondas). Resulta interesante destacar que los temas contextuales resultaron ser los menos interesantes, por ejemplo, “científicos famosos y sus

⁽¹⁵⁾ En los países participantes de la UE, un promedio de 72% de los alumnos obtuvo un nivel alto en el índice (cálculos de Eurydice).

⁽¹⁶⁾ En los países participantes de la UE, en octavo curso, un promedio de 57% de los alumnos mostraban una actitud muy positiva hacia la biología, un 55% hacia las ciencias de la Tierra, 42% hacia la química y 38% hacia la física (cálculos de Eurydice).

⁽¹⁷⁾ Detalles sobre la forma en que cada país organizó el estudio pueden encontrarse en la página web del proyecto: <http://roseproject.no/>. El problema con los datos radica en tratar una muestra basada en centros escolares como representativa de la totalidad de la población estudiantil sin haber aplicado técnicas de ponderación apropiadas.

vidas". Los resultados de ROSE parecen indicar distintas diferencias entre las actitudes de chicos y chicas. Los chicos tienden a interesarse en los aspectos de la ciencia que son técnicos, mecánicos, eléctricos, espectaculares, violentos o explosivos. Por el contrario, las chicas tienden a mostrar más interés por la salud y la medicina, el cuerpo humano, la ética, la estética y las cuestiones paranormales. Los temas medioambientales resultaban importantes para ambos, pero las chicas tendían a estar más de acuerdo con la idea de que se puede hacer algo a nivel individual. Apoyándose en estos resultados, el equipo de investigación de ROSE sugiere que las diferencias de género en interés y motivación deberían tenerse en cuenta a la hora de enseñar ciencias en los centros escolares (Sjøberg y Schreiner, 2010).

El impacto de los centros y los sistemas educativos

Los estudios internacionales sobre el rendimiento de los estudiantes suelen utilizarse para establecer comparaciones entre países. Aun así, según los datos de PISA 2009, las diferencias entre países europeos explican únicamente un 10,6% de la varianza total en el rendimiento en ciencias, mientras que las diferencias entre centros educativos representan cerca del 36,6%, en tanto que las diferencias dentro de un mismo centro suponen el 52,8% de la varianza total ⁽¹⁸⁾. Así pues, no debería exagerarse el grado en que las oportunidades de los alumnos se ven afectadas por el país en que viven. No obstante, es posible distinguir determinadas características de los sistemas educativos que pueden relacionarse con los niveles globales de rendimiento de los alumnos y/o con la proporción de estudiantes que presentan bajo rendimiento.

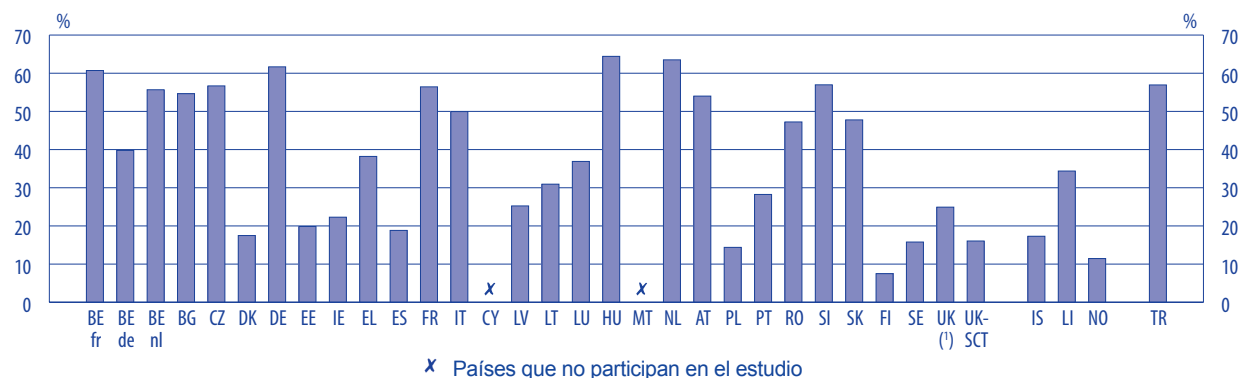
A modo de ejemplo, en PISA se comprobó que los resultados tienden a ser peores en los países donde el número de alumnos que repiten curso era mayor. Otro ejemplo: en la mayoría de los países y centros educativos donde se asigna a los alumnos a diferentes itinerarios o ramas en función de su nivel de habilidad, el rendimiento global no mejora, pero las diferencias socio-económicas se acentúan. Cuanto más precoz es la separación de los estudiantes en instituciones o programas diferenciados, mayor es el efecto que el entorno socio-económico medio del centro tiene en su rendimiento. En todos los países, el hecho de tener un número mayor de centros que compiten por los estudiantes se asocia a mejores resultados (OCDE, 2007a, 2010b).

Las características de los centros que contribuyen a un mayor rendimiento de los alumnos varían mucho de un país a otro y sus efectos deben interpretarse tomando en consideración las diferentes culturas y sistemas educativos nacionales. La varianza en el rendimiento de los estudiantes dentro de un mismo centro educativo o entre distintos centros difiere mucho en los distintos países. En el gráfico 1.4 se ofrece un desglose de la varianza en el rendimiento de los alumnos en 2009. La longitud de las barras representa el porcentaje de las diferencias totales en el rendimiento en ciencias que se derivan de las características de los centros. En 11 sistemas educativos la mayor parte de la varianza en el rendimiento de los alumnos se debía a las diferencias entre centros. En estos países los centros escolares determinan en gran medida los resultados de aprendizaje de los estudiantes. En la mayoría de estos países la separación de los estudiantes en diferentes itinerarios y ramas parecen haber afectado a este resultado (OCDE, 2007a). Otras posibles causas podrían ser: las diferencias en los entornos socio-económicos y culturales de los estudiantes en el momento de acceder a la escuela; las diferencias geográficas (como las que existen entre regiones, provincias o estados en los sistemas federales, o entre zonas rurales y urbanas); y las diferencias en calidad o en efectividad de la enseñanza de las ciencias en los diferentes centros. La variabilidad entre centros explicó más del 60% del rendimiento de los alumnos en Bélgica (Comunidad francesa), Alemania, Hungría y los Países Bajos. En el polo opuesto, en Dinamarca, Estonia, España, Polonia, Finlandia, Suecia, el Reino Unido (Escocia), Islandia y Noruega menos de la quinta parte de la variabilidad recae en los centros. En estos sistemas educativos los centros son bastante similares.

⁽¹⁸⁾ Para los 27 países de la UE participantes, estos porcentajes se han obtenido mediante un modelo multinivel que contempla 3 niveles: país, centro educativo y alumno.

Tanto TIMSS como PISA concluyen que, en la mayoría de los países, el entorno social del centro educativo (medido en términos del porcentaje de estudiantes socialmente desfavorecidos o del estatus socio-económico medio) está fuertemente ligado al rendimiento en ciencias. La ventaja que supone asistir a un centro en el que muchos estudiantes tienen un entorno familiar favorable se relaciona con una serie de factores entre los que se incluye la influencia del grupo de iguales, un ambiente positivo para el aprendizaje, las expectativas de los profesores y las diferencias de recursos o de calidad de los centros. Los resultados de TIMSS muestran que, en ambos cursos, de media, existía una conexión positiva entre el hecho de asistir a centros con menor número de alumnos procedentes de hogares desfavorecidos y el rendimiento en ciencias. Por otro lado, el rendimiento era mayor entre alumnos de centros con más de un 90% de estudiantes cuya lengua materna era la lengua de la prueba (Martin, Mullis y Foy, 2008). De igual modo, PISA 2006 demostró que en algunos países las diferencias socioeconómicas entre los alumnos explicaban gran parte de las diferencias entre centros. Este factor era el que más contribuía a la variabilidad del rendimiento que había entre los centros en Bélgica, Bulgaria, la República Checa, Alemania, Grecia, Luxemburgo y Eslovaquia. En estos países la segregación socio-económica por centro podría resultar perjudicial para la equidad y el rendimiento general (OCDE, 2007a).

◆◆◆ Gráfico 1.4: Porcentaje de la varianza total explicado por la variabilidad entre centros en la escala de ciencias en estudiantes de 15 años, 2009



BE fr	BE de	BE nl	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	IT	LV	LT	LU
60.7	39.8	55.7	54.6	56.7	17.5	61.7	19.8	22.3	38.2	18.8	56.4	50.0	25.2	30.9	36.9
HU	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK (!)	UK-SCT (!)	IS	LI	NO	TR
64.4	63.5	54.0	14.4	28.2	47.2	57.0	47.8	7.5	15.8	24.9	16.1	17.3	34.4	11.5	56.9

Fuente: Bases de datos de la OCDE, PISA 2009.

UK (!): UK-ENG/WLS/NIR



Resumen

Los estudios internacionales sobre el rendimiento de los estudiantes aportan una rica información sobre el rendimiento en ciencias, aunque se centran sobre todo en factores individuales y del centro educativo. No recogen sistemáticamente datos sobre los sistemas educativos (PISA) o los analizan (TIMSS) con objeto de evaluar su impacto en el rendimiento en ciencias de los alumnos. Este estudio examina los datos cualitativos relativos a diferentes aspectos de los sistemas educativos europeos, con el objeto de identificar los principales factores que afectan al rendimiento en ciencias y destaca buenas prácticas en la enseñanza de las ciencias.

CAPÍTULO 2: EL FOMENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS

Introducción

La mejora de la enseñanza de las ciencias lleva siendo uno de los puntos centrales de la agenda política de muchos países europeos desde finales de los 90. Durante los últimos diez años especialmente se ha implantado un gran número de programas y proyectos para abordar este asunto.

Uno de los objetivos clave ha sido animar a los alumnos a estudiar ciencias. Con este propósito se ha introducido un amplio abanico de medidas, comenzando por los primeros años de escolaridad, para intentar incrementar el interés por las ciencias del alumnado. Según la Comisión Europea (2007), “enseñar ciencias en primaria tiene un fuerte impacto a largo plazo”, que “corresponde al tiempo en el que se construye la motivación intrínseca, asociada a efectos de larga duración. Se trata del momento en el que los niños tienen un gran sentido de la curiosidad natural...”. No obstante, es importante mantener un elevado nivel de interés posteriormente, en los niveles de secundaria, cuando es más probable que los estudiantes se distancien de las ciencias (Osborne y Dillon, 2008).

El objetivo de este capítulo es ofrecer un panorama general de los diferentes enfoques nacionales dirigidos a incrementar el interés por las ciencias así como la motivación de los estudiantes para aprender ciencias. No es objeto de este capítulo, no obstante, la revisión exhaustiva de la totalidad de los proyectos ni el análisis en detalle de la amplísima variedad de iniciativas, programas y proyectos que se desarrollan en los países europeos.

Este capítulo se divide en cinco apartados: el apartado 2.1 comienza con las estrategias nacionales que existen en la actualidad para el fomento de las ciencias y la educación de las ciencias. El apartado 2.2 continúa con los programas, proyectos e iniciativas dedicadas a impulsar colaboraciones entre los centros escolares y otros actores del campo de las ciencias. También se explica el papel de los centros científicos y otras organizaciones similares, y se exponen brevemente otras actividades de promoción de las ciencias. El apartado 2.3 se dedica a la orientación específica que se facilita a los jóvenes para animarles a que consideren la posibilidad de seguir una carrera científica. Por último, en el apartado 2.4 se examinan las acciones desarrolladas para apoyar a los alumnos con altas capacidades en el campo de las ciencias. Al comienzo de los apartados 2.2 y 2.3 se hace referencia a los artículos e informes clave procedentes del ámbito de la investigación.

2.1. Estrategias nacionales

En este contexto, una estrategia se entiende como un plan o método de aproximación que normalmente desarrollan los gobiernos nacionales o regionales, en un esfuerzo por alcanzar un objetivo global. Una estrategia no tiene que especificar necesariamente acciones concretas, sino que suele señalar un número de objetivos que marcan áreas susceptibles de mejora, junto con un marco temporal para llevarlos a término. Habitualmente los objetivos globales de una estrategia de esta naturaleza se facilitan por escrito y son fácilmente accesibles a través de páginas web oficiales. Son escasos los países que cuentan con una estrategia como la descrita dedicada específicamente a la mejora de la enseñanza de las ciencias.

No obstante, las estrategias para mejorar aspectos de la educación pueden variar en cuanto a su amplitud. Así, pueden ir desde programas estratégicos que engloben todas las etapas de la educación y la formación (desde educación infantil hasta educación de adultos) hasta programas que se centren en una etapa específica de la educación y/o en áreas de aprendizaje muy concretas.

Los países que cuentan con una estrategia general y global son Alemania, España, Francia, Irlanda, los Países Bajos, Austria, el Reino Unido y Noruega. Finlandia contó con una estrategia nacional que finalizó en 2002. Francia es el país que cuenta con una estrategia más reciente (2011).

Los resultados poco satisfactorios de los estudios internacionales sobre el rendimiento (PISA, TIMSS) (véase el capítulo 1) suelen suponer también un impulso para nuevas iniciativas.

Los objetivos que se expresan en estas estrategias están, en muchos casos, ligados a metas educativas más amplias, de cara a la sociedad en general. Las objetivos más comunes son:

- fomentar una imagen positiva de las ciencias;
- mejorar el conocimiento de la ciencia por parte del público;
- mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en los centros escolares;
- aumentar el interés de los alumnos por las materias de ciencias y, en consecuencia, incrementar la elección de estudios de ciencias en los niveles de educación secundaria superior y en la educación superior;
- incrementar el esfuerzo para que haya un mayor equilibrio en cuanto al género en los estudios y profesiones relacionadas con matemáticas, ciencias y tecnología;
- proporcionar a los empresarios las competencias que necesitan y así ayudar a mantener la competitividad.

Las áreas que se suelen considerar importantes y necesitadas de mejora en la enseñanza escolar son el currículo, la formación del profesorado (tanto inicial como permanente) y la metodología de enseñanza.

Los gobiernos están intentando alcanzar estos objetivos a través de medidas tales como:

- implementar reformas del currículo;
- establecer colaboraciones entre centros escolares y empresas, científicos y centros de investigación;
- poner en marcha centros científicos y otras organizaciones en el ámbito de las ciencias;
- ofrecer medidas específicas de orientación para animar a que más jóvenes, especialmente chicas, elijan carreras científicas;
- colaborar con las universidades para mejorar la formación inicial del profesorado;
- iniciar proyectos que se centren en la formación permanente del profesorado.

No todas las estrategias de los países incluyen todos y cada uno de los objetivos ni aplican todas y cada una de las medidas que se acaban de mencionar; a menudo los países centran sus estrategias en aspectos determinados.

Las estrategias de Alemania, España, Irlanda, los Países Bajos, el Reino Unido y Noruega comparten una enorme gama de inquietudes del ámbito de las ciencias y su enseñanza. No obstante, las estrategias de Alemania, los Países Bajos y Noruega tienen en común un especial énfasis en aumentar el nivel de interés de las chicas/mujeres por las ciencias. En los Países Bajos, se presta especial atención a los jóvenes procedentes de entornos inmigrantes.

En **Alemania**, el Ministerio Federal de Educación e Investigación lanzó la estrategia *High-Tech* ⁽¹⁹⁾ en agosto de 2006, para impulsar el desarrollo de nuevos productos y servicios innovadores. En 2010, la estrategia fue ratificada y se prorrogó hasta 2020. El objetivo del gobierno federal es satisfacer la necesidad de profesionales cualificados, básicamente a través de la formación y de un continuo esfuerzo en el campo de la educación. Con objeto de mantener el nivel de competencia internacional en cuanto al personal especialista cualificado, también han de hacerse más atractivas las condiciones para los profesionales de fuera del país.

El objetivo es, por tanto, atraer a más jóvenes hacia cursos en las llamadas materias MINT (siglas en inglés de matemáticas, tecnología de la información, ciencias naturales y tecnología). En este contexto, el Pacto Nacional para Mujeres en Profesiones

⁽¹⁹⁾ Véase: <http://www.hightech-strategie.de/de/883.php>

MINT hará un mejor uso del potencial de las mujeres para satisfacer la necesidad de trabajadores preparados. Del mismo modo, la *Kultusministerkonferenz* publicó en 2009 una lista de recomendaciones para reforzar la enseñanza de las matemáticas, las ciencias y la tecnología, entre las que se incluyen: mejorar la imagen social de las ciencias; potenciar la enseñanza de las ciencias que ya se lleva a cabo en la educación infantil; reformar el currículo y los enfoques metodológicos en las etapas de primaria y secundaria; crear nuevas oportunidades para la formación permanente del profesorado de ciencias.

En **España**, la promoción de la ciencia es una prioridad nacional. La creación en 2009 de un Ministerio de Ciencia e Innovación independiente (previamente incluido en el Ministerio de Educación y Ciencia) da buena fe de ello. La estrategia nacional ⁽²⁰⁾ se formula de manera bastante amplia, no solo a nivel de la enseñanza escolar. El desarrollo de la estrategia es competencia de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), una fundación pública perteneciente al Ministerio de Ciencia e Innovación. Sus objetivos generales son: fomentar la integración social del conocimiento científico y tecnológico; involucrar a la sociedad española en las ciencias, la tecnología y la innovación; y animar a los investigadores a que transmitan con regularidad su trabajo al público general. El Programa de Cultura Científica y de la Innovación de la Fundación incluyó tres elementos fundamentales en 2010.

1. El fomento de la cultura científica y la innovación. Este elemento incluye proyectos dirigidos a la diseminación y la comunicación tanto de temas científicos generales como de proyectos que potencien las vocaciones científicas de los jóvenes. La FECYT convoca becas para fomentar la ciencia y la innovación en la sociedad española en general. No obstante, algunas de sus acciones están directamente relacionadas con la enseñanza escolar, el profesorado y los estudiantes no universitarios.
2. La promoción de operaciones en red, con la inclusión de proyectos de diseminación de la ciencia y la innovación, bajo la coordinación de las Unidades específicas de Comunicación e Innovación de las Comunidades Autónomas.
3. La puesta en marcha de nuevas redes que incluyan proyectos para la promoción de buenas prácticas en las empresas o en otras organizaciones que hayan incorporado con éxito nuevas innovaciones y una cultura emprendedora.

El marco temporal de la última convocatoria es 2010-2011. El Ministerio de Ciencia e Innovación financia la estrategia a través de la FECYT, y cuenta con un presupuesto global de 4 millones de euros (EUR) para todas las líneas de acción.

Como resultado de las recomendaciones recogidas en el informe del Grupo de Trabajo sobre las Ciencias Físicas (*Task Force on the Physical Sciences*) publicado en 2003, el gobierno de **Irlanda** creó el programa “Descubre las Ciencias y la Ingeniería” (*Discover Science and Engineering -DSE*), cuyo objetivo es “incrementar el interés por las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (en adelante STEM, por las siglas de estas materias en inglés) entre estudiantes, profesores y público en general”. El programa está gestionado por *Forfás*, el comité irlandés de asesoramiento en políticas para la empresa, el comercio, la ciencia, la tecnología y la innovación, en nombre de la Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Departamento de Empleo, Empresa e Innovación. Lo encabeza un grupo directivo de alto nivel compuesto por representantes del Departamento de Educación y Competencias y de varias industrias e instituciones educativas. El programa se puso en funcionamiento en 2003 y aún continúa. Abarca los niveles CINE 1, 2 y 3, así como el público general. La financiación procede del Departamento de Empresa, Comercio e Innovación.

En **los Países Bajos**, el gobierno, junto con los sectores educativo y empresarial, estableció la plataforma *Platform Bèta Techniek* ⁽²¹⁾ con el objetivo de garantizar la disponibilidad de una cantidad suficiente de recursos humanos dotados de una adecuada formación científica o técnica. Este enfoque se ha formulado en el *Deltaplan Bèta Techniek*, un memorándum sobre cómo prevenir la escasez de mano de obra. El objetivo inicial era alcanzar un aumento estructural del 15 por ciento en los alumnos y estudiantes de la enseñanza científica y técnica, objetivo que se ha alcanzado. La intención es no solamente que las carreras en ciencias sean más atractivas sino también introducir innovaciones educativas que inspiren y supongan un reto para los jóvenes. El plan, por lo tanto, tiene como punto de mira los centros educativos, las universidades, los negocios, los ministerios, los municipios, las regiones y sectores económicos, en tanto que el objetivo es asegurar un suministro futuro de trabajadores del conocimiento que

⁽²⁰⁾ Véase: <http://www.micinn.es/portal/site/MICINN/menuitem.abd9b51cad64425c8674c210a14041a0/?vgnnextoid=d9581f4368aef110VgnVCM100001034e20aRCRD>

⁽²¹⁾ Véase: <http://www.platformbetatechniek.nl/?pid=3&page=Home>

pueda satisfacer la demanda futura, así como que los profesionales con talento que ya se encuentran en el mercado laboral puedan rendir de forma más eficiente. Se presta especial atención al colectivo de chicas/mujeres y a las minorías étnicas. La estrategia, que comenzó en 2004, se sometió a evaluación en 2010 y cuenta con un nuevo marco temporal que se extenderá hasta 2016. Su implantación se divide en líneas de programas para la educación primaria y secundaria, la formación profesional y la educación superior.

En el **Reino Unido**, el programa de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) ⁽²²⁾, que comenzó en 2004 con una duración prevista de 10 años, tenía como objetivo aumentar las competencias STEM de los estudiantes para así: proporcionar a los trabajadores las habilidades que necesitan en el mercado laboral; ayudar a mantener la competitividad global del Reino Unido; y convertir al Reino Unido en un líder mundial en investigación y desarrollo científicos.

El Programa STEM tiene once áreas de trabajo (conocidas como programas de acción) que se centran en la contratación de profesores, la formación permanente, las actividades de mejora y enriquecimiento, el desarrollo curricular y la infraestructura. Cada área de trabajo está dirigida por una organización líder especialista, que trabaja conjuntamente con el Centro Nacional STEM. Este centro se creó en 2009. Sus objetivos principales son: servir de sede para la mayor colección del Reino Unido en cuanto a recursos educativos y de aprendizaje para la enseñanza de STEM, lo que facilitará a los profesores de las materias STEM el acceso a un gran despliegue de materiales de apoyo; y reunir a distintos actores del ámbito STEM con la misión conjunta de potenciar la enseñanza de STEM, y así apoyar el Programa STEM.

Los objetivos principales de la estrategia de **Noruega** para el Fortalecimiento de las Matemáticas, las Ciencias y la Tecnología (MCT) 2010-2014 ⁽²³⁾ son: incrementar el interés por las MCT y reforzar la captación a todos los niveles, especialmente entre las chicas; y reforzar las competencias del alumnado noruego en las materias de ciencias. El Ministerio de Educación e Investigación ha desarrollado la estrategia, y la ha implementado el Foro Nacional de MCT, que es un órgano consultivo compuesto por autoridades educativas, autoridades locales y regionales, el Consejo de Investigación, el sector de la educación superior, organizaciones empresariales y sindicatos. Para la educación primaria y secundaria se han fijados los siguientes objetivos: los alumnos noruegos deberían tener un rendimiento similar como mínimo al de la media internacional en los estudios internacionales de las materias de ciencias; el porcentaje de alumnos que eligen y completan una especialización en matemáticas, física y química en la educación y formación secundaria superior debería aumentar al menos en 5 puntos porcentuales para 2014; la estrategia debería centrarse en la reforma curricular, la oferta de material didáctico, la orientación, el trabajo de los centros científicos y la contratación de profesorado.

Las estrategias de Francia, Austria y Escocia se centran en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje. En el caso de las de Francia y Austria, se presta especial atención al género.

El Ministerio de Educación de **Francia** formalizó, a comienzos de 2011, los elementos de una estrategia de promoción de la enseñanza de las ciencias y la tecnología cuyos objetivos principales son: incrementar el interés de los alumnos por las ciencias y la tecnología en el nivel CINE 2, básicamente a través de la enseñanza de las ciencias como una materia integrada; promover los estudios y carreras científicas en el nivel CINE 3, de manera particular entre las chicas; y aprovechar el impulso de proyectos actuales como las competiciones y Olimpiadas científicas. Esta estrategia nacional no introduce ninguna reforma o iniciativa nuevas; se pretende consolidar los programas, proyectos y estructuras actuales creando sinergias entre ellos.

En **Austria**, el programa IMST (anteriormente: Innovaciones en la enseñanza de matemáticas, ciencias y tecnología, por sus siglas en inglés, actualmente denominado “Las Innovaciones Conducen a los Centros escolares a lo más Alto”) está dirigido específicamente a mejorar la instrucción de las matemáticas, las ciencias y la tecnología de la información. Comenzó en 1998 y ahora se encuentra en su cuarta fase, que durará hasta 2012 (en 2004 se sumó la instrucción en la lengua materna). El programa se centra en el aprendizaje de alumnos y profesores, e implica que los profesores pongan en práctica proyectos metodológicos innovadores y que tengan apoyo en cuanto a contenidos, organización y financiación. El proyecto involucra a unos 5.000 profesores de toda Austria que participan en diversos proyectos, asisten a conferencias y colaboran en redes regionales y

⁽²²⁾ Véase: http://www.stemdirectories.org.uk/about_us/the_national_stem_programme.cfm y <http://www.stemnet.org.uk>

⁽²³⁾ Véase: http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/UH/Rapporter_og_planer/Science_for_the_future.pdf

temáticas. En el programa “Cultura de los Exámenes”, los profesores reflexionan sobre el uso de diferentes métodos de evaluación en diversos seminarios. Para analizar el impacto del IMST, la evaluación y la investigación están integradas a todos los niveles. El programa está dirigido por el Instituto de Desarrollo Escolar e Instruccional (IUS) de la Universidad de Klagenfurt, con el apoyo de los Centros de Competencias Educativas Austríacos (AECC). La sensibilidad hacia el género y estrategia transversal de género son también ejes principales del programa y su implementación corre a cargo de la Red de Género. El Fondo Austríaco para la Educación Escolar y el Desarrollo es quien financia el proyecto. Las ideas innovadoras se traducen en investigación-acción por parte de los profesores y los investigadores evalúan los resultados ⁽²⁴⁾. Los niveles que se abarcan son CINE 1, 2 y 3. El Ministerio de Educación, Arte y Cultura también lo financia.

De forma similar, en el **Reino Unido (Escocia)**, el plan de acción “Ciencia e Ingeniería 21” ⁽²⁵⁾ se centra en: asentar la capacidad y habilidad de los profesores; proporcionar a los profesores y a los alumnos apoyo práctico, especialmente en los ámbitos curriculares, las calificaciones, la evaluación y la orientación profesional; y aumentar la implicación de niños y jóvenes en las ciencias de la vida real, la ingeniería y la tecnología, así como la comprensión de las mismas. Además de introducir nuevas áreas, el plan aún modela buenas prácticas que ya se están llevando a cabo en los centros educativos, y pretende hacer un uso más efectivo de los recursos, los conocimientos y la experiencia ya existentes en el campo más amplio de las ciencias y la ingeniería.

El responsable de desarrollar el plan de acción es un Grupo de Asesoramiento presidido por el Jefe Asesor Científico de Escocia, que cuenta con representantes de la Dirección de Aprendizaje del Gobierno Escocés, del sector de la educación superior, de las autoridades locales, de la Asociación para la Enseñanza de las Ciencias y del Consejo Escocés para el Desarrollo y la Industria. El marco temporal se sitúa entre abril de 2010 a marzo de 2012 y los niveles educativos que se abarcan son CINE 1 y 2. Las fuentes de financiación son el gobierno escocés y un amplio abanico de participantes en la enseñanza de las ciencias. Se hará un seguimiento del plan utilizando un enfoque de gestión de proyectos muy amplio.

2.1.2. Evaluación de estrategias anteriores y seguimiento actual

Los Países Bajos, Finlandia, el Reino Unido y Noruega han hecho un seguimiento de los resultados y han publicado informes de evaluación sobre las estrategias nacionales anteriores o actuales.

En términos generales, aunque los informes de evaluación consideran que todas las estrategias han tenido bastante o incluso mucho éxito, también han puesto de manifiesto la importancia de incrementar la eficiencia de las iniciativas específicas y dotarlas de mayor consistencia. También se consideró fundamental llevar a cabo una aproximación más coordinada entre los niveles nacional, regional y local (como se menciona, por ejemplo, en el informe de evaluación de UK-STEM ⁽²⁶⁾). Con este referente, el Centro Nacional STEM del Reino Unido ha puesto en marcha una serie de medidas de asesoramiento dirigidas a organizaciones que llavan a cabo evaluaciones en el ámbito STEM ⁽²⁷⁾ con el objetivo de favorecer una evaluación eficaz de las iniciativas específicas. El informe finlandés también señaló como muy relevante el papel de los municipios y de los coordinadores/multiplicadores a nivel local, así como la implicación de los medios de comunicación a la hora de la promoción. Utilizando una aproximación similar a la de los Países Bajos, los finlandeses aplicaron un enfoque de abajo hacia arriba que resultó ser de gran éxito para centros educativos y profesores ⁽²⁸⁾.

La evaluación de la estrategia holandesa también puso de manifiesto que la elaboración de acuerdos de actuación con las instituciones participantes era esencial. Los Países Bajos eligieron como aproximación un formato de plataforma de modo que la estrategia pudiera llevarse a cabo con un cierto nivel de independencia del ministerio y con una variedad de participantes. Esto resultó ser especialmente fructífero, tanto que el Presidente de la UE, Barroso, y el Parlamento Europeo han calificado el enfoque holandés como “buena práctica” ⁽²⁹⁾.

⁽²⁴⁾ Véase: <https://www.imst.ac.at/>

⁽²⁵⁾ Véase: <http://www.scotland.gov.uk/Topics/Education/Schools/curriculum/ACE/Science/Plan>

⁽²⁶⁾ DfES: *The Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) programme Report, 2006*

⁽²⁷⁾ Véase: http://www.nationalstemcentre.org.uk/res/documents/page/STEM_Does_it_work_revised_Oct_09.pdf

⁽²⁸⁾ Véase: http://www.oph.fi/english/sources_of_information/projects/luma

⁽²⁹⁾ Véase: <http://www.platformbetatechniek.nl/?pid=36&page=Betatechniek%20Agenda%202011-2016>

La evaluación noruega de la estrategia para 2002-2007 puso de manifiesto, de cara a futuros trabajos, la importancia de asegurar que la estrategia estaba integrada a nivel local, que sus objetivos eran cuantificables, y que se informaba eficazmente de los resultados como garantía de que las responsabilidades de los participantes están claras en lo que respecta a la implementación, seguimiento y diseminación de las buenas prácticas. La nueva estrategia cuenta ahora con una descripción clara de las funciones de los implicados⁽³⁰⁾.

En lo que respecta a las áreas de mejora, en todas las evaluaciones se ha considerado especialmente importante el refuerzo de las competencias del profesorado en los centros de educación primaria y secundaria inferior mediante la formación inicial y permanente. Como señalaba el informe finlandés, sería muy útil disponer de más investigación en este ámbito. Además, los esfuerzos por adaptar las metodologías de enseñanza y colaborar con la sociedad en sentido amplio con el objetivo de aumentar el interés y la motivación de los alumnos son también aspectos considerados importantes que se recogen en las recomendaciones para futuras estrategias.

2.1.3. Estrategias que se están desarrollando en la actualidad

Algunos países están trabajando actualmente en el desarrollo de estrategias para el fomento de la ciencia, o en otras actividades de fomento a menor escala. Estonia está actualmente desarrollando un plan de acción mientras que Italia y Suecia han creado grupos de trabajo de cara al fomento de la enseñanza de la ciencia.

Los objetivos principales del plan de acción que se está desarrollando actualmente en **Estonia** son: potenciar el desarrollo de capacidades de comunidad relacionada con matemáticas, ciencias y tecnología (MCT); incrementar el número de estudiantes y trabajadores de los ámbitos MCT; y garantizar la sostenibilidad de la enseñanza de MCT.

El documento de consulta de la “Estrategia para la Enseñanza de las Ciencias” de **Malta** se publicó en mayo de 2011 y en su formulación participaron varios actores, entre ellos la Universidad de Malta, la Dirección de Educación, profesores de ciencias del sector público y privado, y representantes de la Asociación de Profesores de Ciencias. En él se recoge una serie de recomendaciones que pretenden explorar nuevos caminos dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Ofrece un “estado de la cuestión” sobre la enseñanza de las ciencias y explora diferentes opciones de programas y recursos con el propósito de identificar los enfoques predominantes en el campo de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En él se recoge una previsión sobre necesidades logísticas y formativas, recursos y marcos temporales para la implementación de la estrategia.

En **Italia**, en 2007 se formó un grupo ministerial de trabajo para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, reconstituido ahora bajo la denominación “Comité para el Desarrollo de la Cultura Científica y Tecnológica”, y que tiene las siguientes tareas:

- define acciones y estructuras para la diseminación de la cultura científica y tecnológica en el país;
- sugiere las líneas de una política de desarrollo que delimita las tareas de los organismos públicos y privados;
- propone y define proyectos y acciones del sistema dirigidas a los centros escolares, a los ciudadanos adultos y a la sociedad en general;
- propone, especialmente, acciones y servicios para la formación y el apoyo del profesorado;
- aporta sugerencias para la mejora curricular.

Hasta la fecha, este grupo ha estudiado métodos y estrategias para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y hacerlo más eficaz.

En **Suecia**, se constituyó en 2008 la “Delegación de Tecnología”, que emitió su informe final en 2010. El objetivo de esta delegación era encontrar formas de contrarrestar la falta de ingenieros que se preveía (debido al gran número de jubilaciones). La tarea de la delegación consistía en buscar formas de incrementar el interés de los jóvenes por las materias MCT y proponer fórmulas para incrementar la colaboración entre las distintas organizaciones pertenecientes a ese campo. Las propuestas de la delegación se han presentado al gobierno.

⁽³⁰⁾ Véase: http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/UH/Rapporter_og_planer/Science_for_the_future.pdf

2.2. Medidas para aumentar la motivación en el aprendizaje de las ciencias: colaboraciones a nivel de centro educativo, centros de formación para las ciencias y otras actividades de promoción

Las colaboraciones a nivel de centro educativo en el ámbito de la enseñanza de las ciencias implican el desarrollo de actividades o proyectos de cooperación en los que participan profesores y estudiantes, de una parte, y agentes del campo de la ciencias ajenos al centro, de otra. Los participantes que con mayor frecuencia forman parte de este tipo de colaboraciones son las empresas privadas y las instituciones de educación superior. Otras organizaciones que fomentan el interés por las ciencias, como museos o centros de ciencias, también suelen trabajar de forma conjunta con los centros educativos (Ibarra, 1997; Paris, Yambor y Packard, 1998).

Participar en actividades de aprendizaje con los centros educativos supone beneficios tanto para las empresas como para los estudiantes. Los estudiantes, al trabajar con empresas, tienen acceso a modelos de referencia y a una información sobre las carreras profesionales que puede estimular su deseo de trabajar en ese campo, o incluso en esa misma empresa con la que el centro escolar colabora. Las empresas, a su vez, obtienen un mejor conocimiento de los retos a los que se enfrenta la enseñanza de las ciencias en los centros escolares a la hora de formar científicos, mientras que los empleados se pueden beneficiar de estas colaboraciones en su desarrollo profesional. Por ejemplo, pueden mejorar sus habilidades comunicativas mientras ejercen de embajadores en los centros escolares (STEMNET, 2010).

Las universidades tienen también un buen número de razones para colaborar con los centros educativos. Pueden utilizar estas colaboraciones para promover el estudio de las ciencias, para estimular futuras carreras dentro del campo, y para poner al alcance de sus alumnos una experiencia enriquecedora en sus programas de formación del profesorado. Los profesores en formación se benefician del contacto con alumnos y profesores, y pueden desarrollar sus habilidades pedagógicas a la vez que adquieren conocimientos directos de la profesión docente. Los investigadores académicos, por otra parte, pueden utilizar los centros escolares participantes como laboratorio para desarrollar enfoques de aprendizaje innovadores (Paris, Yambor y Packard, 1998).

Los profesores se benefician de las colaboraciones con las universidades en el sentido de que están en contacto con la investigación aplicada y, en consecuencia, pueden mejorar sus habilidades, especialmente en lo que concierne a la enseñanza de las ciencias en contextos específicos (véase el capítulo 5). De hecho, la colaboración con empresas o con departamentos de ciencias de la universidad puede fortalecer la docencia mediante el método de indagación. No sólo es que los profesores tienen acceso a una mayor variedad de recursos y materiales para sus actividades de indagación, sino que a través de colaboraciones de este tipo se pueden convertir en agentes promotores del cambio en los enfoques metodológicos dentro de sus centros.

Por otro lado, cuando un proyecto científico desarrollado a nivel local involucra activamente a un centro educativo en su trabajo, el resultado final del mismo puede tener un impacto más significativo. A través de la implicación de los alumnos y profesores involucrados en el proceso, el alcance de un proyecto puede verse ampliado a toda la comunidad local a la que pertenece el centro (Fougere, 1998; Paris, Yambor y Packard, 1998).

Por tanto, la colaboración resulta beneficiosa para todos. No obstante, los estudiantes son la razón principal de las colaboraciones a nivel de centro educativo en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. A través de ellas se pueden generar experiencias positivas para los estudiantes puesto que incrementan su interés y motivación para aprender ciencias, de modo que su proceso de aprendizaje se torna más eficaz. Al mostrar la relevancia que tienen las ciencias en la vida cotidiana, las experiencias de aprendizaje mediante una colaboración de este tipo pueden animar a los alumnos a continuar sus carreras en ramas de ciencias en la educación secundaria y más adelante, en la educación superior (James *et al.*, 2006). Los proyectos bien gestionados con colaboradores ajenos al entorno escolar pueden tener efectos positivos en la participación de las chicas en actividades relacionadas con las ciencias mediante el incremento de su motivación y su rendimiento en esta área del currículo.

A pesar de que una colaboración de este tipo ofrece diversos beneficios, las partes implicadas en estas actividades pueden encontrarse con dificultades compartidas. Los aspectos organizativos, como la gestión del tiempo y la distancia física, representan los primeros obstáculos que los participantes pueden encontrar, mientras que la falta de financiación puede hacer peligrar todo el proyecto en cuanto a ejecución y resultados. Los profesores podrían asimismo verse en dificultades a la hora de crear vínculos entre las actividades de aprendizaje de la colaboración y el currículo habitual. A su vez, al participar en actividades de aprendizaje innovadoras, puede resultar problemático evaluar con exactitud el progreso de los alumnos en términos de conocimientos, actitudes y destrezas (Paris, Yambor y Packard, 1998).

Los centros dedicados a la formación en el ámbito de las ciencias, como los museos, también juegan un papel importante en la mejora de la motivación de los alumnos y estudiantes en este campo. Un museo se puede definir como “una organización permanente, sin ánimo de lucro [...], abierta al público, que adquiere, conserva, investiga, comunica y exhibe, con fines de estudio, formación y disfrute, testimonios materiales de la gente y su entorno” (ICOM, 2007). Un museo de ciencias, por lo tanto, cumple todas estas características pero con la característica añadida de que se centra en las ciencias y la tecnología. No obstante, los centros de ciencias, establecidos básicamente a partir de los años 60, son ahora una nueva modalidad de museos de ciencias que enfatizan el enfoque práctico, y acogen exposiciones interactivas que se centran en temas científicos, aunque sin recopilar o investigar objetos como tal. Animar a los visitantes a vivir una experiencia lúdica a la vez que crítica de los temas científicos y sensibilizan especialmente a los más jóvenes hacia las ciencias, la tecnología y a los vínculos que estas establecen con los desarrollos sociales (*Science Centre Netzwerk, 2011*).

La influencia real que estos centros pueden ejercer sobre la carrera de ciencias de los estudiantes se ha comprobado gracias a un proyecto desarrollado por el Centro Noruego para la Enseñanza de las Ciencias. Según los primeros resultados del proyecto *Vilje-con-valg* (predisposición y elección), “el 20% de todos los estudiantes que comenzaron estudios de ciencias en 2008 se refirieron a los centros de ciencias como una “fuente de motivación e inspiración para elegir estos estudios”. También mencionaron que estos centros “les habían motivado más en su elección que los orientadores de los centros educativos o que las campañas publicitarias” (Ministerio Noruego de Educación e Investigación, 2010, p.17). En el Reino Unido (Inglaterra), la evaluación de la Red Nacional para el Aprendizaje de las Ciencias realizada en 2008 obtuvo resultados similares. El estudio reveló que tres cuartas partes de los profesores de ciencias que habían hecho uso de los servicios que ofrecen los Centros de Aprendizaje de Ciencias informaban de su impacto sobre el aprendizaje, el interés, la motivación y el rendimiento de los alumnos (GHK, 2008, p. 48).

2.2.1. Programas, proyectos e iniciativas para promover las colaboraciones a nivel de centro educativo

Durante los últimos cinco años cerca de dos terceras partes de los países europeos han desarrollado programas, proyectos e iniciativas para fomentar el establecimiento de colaboraciones a nivel de centro educativo en el campo de las ciencias. Todas las colaboraciones se establecen con el mismo objetivo: incrementar el interés por las ciencias. Teniendo en cuenta los ejemplos aportados por los países, a primera vista parece que en estas colaboraciones participan distintos tipos de organizaciones de una gran variedad de ámbitos relacionados con las ciencias. No obstante, emergen algunos aspectos comunes si se considera el colaborador principal con el centro educativo.

En un número importante de países las instituciones de educación superior son principalmente las responsables de organizar las actividades dirigidas a los centros educativos. En general, los objetivos tienen que ver con incrementar el conocimiento sobre el mundo de la investigación científica y atraer a estudiantes hacia este campo. Al mismo tiempo, al colaborar con alumnos, estudiantes y profesores, las instituciones de educación superior tienen la oportunidad de consolidar su investigación sobre la enseñanza de las ciencias. A su vez, los resultados de la investigación pueden mejorar la enseñanza de las ciencias, su aprendizaje y los recursos de los centros educativos.

En la **República Checa**, la Universidad Técnica de Liberec puso en marcha, como parte de una iniciativa de tres años de duración, *STARTTECH* –Comienza con la Técnica, el programa de “la Universidad de los Niños”⁽³¹⁾. Dentro de este programa se encuentra el proyecto “Fundamentos de la Ingeniería Robótica y Eléctrica”, que pretende ser divertido y posee un contenido práctico, dirigido a los alumnos de la primera y segunda etapa de la escuela básica que no tengan experiencia previa en el campo. La Universidad Técnica de Liberec lidera este proyecto desde agosto de 2010 con el apoyo de más de 11 millones de coronas checas (CZK) del Programa Operativo de la Unión Europea “Educación para la Competitividad”.

En **Alemania**, acogiéndose a una Resolución de la Conferencia de 2005 de Ministros de Educación y Cultura sobre las actividades de los *Länder* para el desarrollo de la enseñanza de las matemáticas y las ciencias, se llevaron a cabo varios programas centrados en colaboraciones. La Ciudad de la Ciencia, la Tecnología y los Medios de Comunicación de Adlershof - Berlín organiza actividades dirigidas a los estudiantes de secundaria. Una de estas actividades (“Laboratorios escolares: aprender haciendo”) incluye experimentos de laboratorio sobre diferentes temas relacionados con las ciencias⁽³²⁾. Bajo el auspicio del proyecto *ELAN - Experimentierlabor Adlershof für naturwissenschaftliche Grundbildung* (laboratorio experimental para el conocimiento científico), se vienen realizando desde 2008 experimentos de química con el patrocinio del Departamento de Química de la Universidad Humboldt de Berlín. El proyecto está dirigido a profesores y alumnos de 5º curso (CINE 2).

En **Lituania**, en el año escolar 2009/10 se puso en marcha el proyecto “Desarrollo del Sistema para la Identificación y Enseñanza de los Alumnos como Jóvenes Investigadores” (*Mokinių jaunųjų tyrėjų atskleidimo ir ugdymo sistemos sukūrimas*), con una duración de dos años. El Club de Jóvenes Investigadores se responsabiliza de implementar el proyecto. Sus objetivos principales son: crear condiciones óptimas para que los científicos asesoren a los jóvenes investigadores; permitir que los estudiantes, como jóvenes investigadores, organicen sus actividades científicas y dotar a los alumnos del conocimiento y las competencias necesarias para llevar a cabo su investigación científica. Los principales colaboradores con los centros educativos son las universidades y los institutos estatales de investigación. En 2009/10 participaron 600 estudiantes.

En **Austria**, el Ministerio Federal de Educación, Arte y Cultura colabora con el Ministerio Federal de Ciencia e Investigación dentro del programa *Sparkling Science* que se puso en marcha en 2007⁽³³⁾. En este programa, de diez años de duración, los estudiantes se involucran activamente en el proceso de investigación a través del apoyo al trabajo de los científicos y de la comunicación al público de los resultados de su investigación conjunta. En esta iniciativa, los centros de educación primaria y secundaria podían trabajar codo con codo con las universidades y las instituciones de investigación, así como con las universidades de ciencias aplicadas y los centros universitarios de formación del profesorado. El eje central de los proyectos es el proceso de investigación etnográfica de los estudiantes en contextos reales de investigación en la universidad. Los científicos son, por una parte, “los que están siendo escrutados”, aunque también se involucran de forma activa en el proceso de investigación. Los estudiantes de secundaria, los profesores y los profesores en formación participan conjuntamente en la planificación y el análisis de los datos; los estudiantes y los científicos se encargan de presentar los resultados finales. Se espera que el programa provoque un cambio en las creencias de todos los participantes sobre la naturaleza de las ciencias y el papel de los científicos, especialmente en cuanto a los estereotipos de género; igualmente, se espera que motive a más alumnos para que estudien Ciencias Físicas.

“La Física a la vanguardia de los retos del Siglo XXI” (2009-2014) y el “Laboratorio Nacional de Tecnologías Cuánticas” (2009-2011)⁽³⁴⁾ son dos ejemplos de colaboraciones que se realizaron en **Polonia** de la mano de la Facultad de Física de la Universidad de Varsovia bajo el programa gubernamental “Campos de estudio solicitados” (*Ordered fields of study*). En ambos proyectos, el Departamento de Física busca la promoción de las ciencias a través de la organización de talleres y exposiciones (para ver más información a este respecto, remítase a la sección 2.4 sobre orientación). Un tercer ejemplo interesante en Polonia es la “Universidad de los Niños”⁽³⁵⁾, un programa conjunto desarrollado por cuatro universidades: la Universidad Jagiellonian de

⁽³¹⁾ <http://www.starttech.cz/>

⁽³²⁾ <http://www.adlershof.de/schulen/?L=2>

⁽³³⁾ <http://www.sparklingscience.at/en/infos/>

⁽³⁴⁾ <http://fizykaxxi.fuw.edu.pl/> y <http://nltk.home.pl/>

⁽³⁵⁾ <http://www.uniwersytetdziesci.pl/uds?dc1>

Cracovia, la Universidad de Wrocław (Breslavia), la Universidad de Varsovia y la Universidad de Warmia y Mazuria en Olsztyn. Bajo este programa se está implementando un proyecto llamado “Profesor y Estudiante”⁽³⁶⁾, que consiste en sesiones interactivas basadas en la observación y los experimentos en el campo de la física, la genética y la biotecnología. Estas actividades van dirigidas a alumnos de CINE 1 (6º curso) y 2.

En España, Francia, Italia y el Reino Unido, las colaboraciones están respaldadas por los ministerios que tienen competencias en temas de educación, así como por otros órganos oficiales comprometidos con el apoyo a la enseñanza de las ciencias, en estrecha colaboración con la comunidad investigadora y científica.

En **España**, el Departamento de Educación del Gobierno de Aragón, a través de la Unidad de Innovación de la Dirección General de Políticas Educativas ha desarrollado el Programa “Ciencia Viva” durante los últimos veinte años⁽³⁷⁾. Se trata de una colaboración entre centros de investigación científica, cerca de la mitad de los centros de educación secundaria de Aragón y algunas escuelas de primaria. Estos centros han tenido la oportunidad de participar en varias actividades científicas como charlas, exposiciones, visitas a centros de investigación, laboratorios, talleres, conferencias y seminarios para profesores. Los principales colaboradores son la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Ciencia e Innovación, la Universidad de Zaragoza, el Parque de Ciencias de Granada, diversos centros españoles y europeos de investigación, y asociaciones científicas. En 2010/11, participaron unos 10.000 estudiantes de 58 centros de educación secundaria. El presupuesto asignado fue de unos 50.000 euros (EUR).

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)⁽³⁸⁾ – Ciencia en la Escuela tiene dos colaboradores: el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que es una agencia del Ministerio de Ciencia e Innovación, y la Fundación BBVA, constituida por el banco BBVA. El programa, que comenzó en el año 2000, consta de un proyecto cooperativo entre investigadores y profesores con la finalidad de introducir y promover la enseñanza de las ciencias desde la educación primaria hasta la secundaria superior. El objetivo principal es dar al alumno el papel de investigador a través de la ejecución de experimentos sencillos. El proyecto también persigue el fomento de la enseñanza de las ciencias como un método eficaz para tratar con problemas como las diferencias de género y la integración cultural. Los centros de profesores de las distintas Comunidades Autónomas apoyan el proyecto invitando a los profesores a que reciban una formación científica inicial impartida por los investigadores del CSIC. Hasta ahora, este proyecto se ha puesto en funcionamiento en siete Comunidades Autónomas, implicando a 300 centros educativos.

En **Francia**, el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de Educación Superior e Investigación han creado la organización *Sciences à l’Ecole*⁽³⁹⁾. Financiada por el gobierno y por la fundación industrial *C.Genial*. *Sciences à l’Ecole* respalda y organiza proyectos científicos desarrollados en centros de secundaria fuera del horario lectivo de las materias de ciencias, es decir, en talleres o clubs. A nivel nacional, *Sciences à l’Ecole* crea redes escolares como *Sismo à l’Ecole*⁽⁴⁰⁾, *Météo à l’Ecole*⁽⁴¹⁾ y en breve también *Genome à l’Ecole*. El comité nacional de dirección de *Sciences à l’Ecole* está presidido por investigadores de renombre e incluye a miembros de las direcciones generales de investigación e innovación, de enseñanza escolar y de educación superior. Un grupo permanente formado por cuatro profesores e ingenieros es el responsable de la implementación de los distintos proyectos. En cada *académie* hay una representante, normalmente un inspector regional, que garantiza el enlace entre los centros de secundaria y *Science à l’Ecole*.

En **Italia**, *EneaScuola*⁽⁴²⁾ es una colaboración entre centros educativos y *ENEA*, la Agencia Nacional para las Nuevas Tecnologías, la Energía y el Desarrollo Económico Sostenible (*Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l’energia e lo sviluppo economico sostenibile*). *EneaScuola* apoya la divulgación de la cultura científica y tecnológica en los centros educativos. En el marco de

⁽³⁶⁾ <http://www.uniwersytetdziedzi.pl/lecturegroups/show/8>

⁽³⁷⁾ <http://www.catedu.es/ciencia/>

⁽³⁸⁾ <http://www.csic.es/web/guest/el-csic-en-la-escuela>

⁽³⁹⁾ <http://www.sciencesalecole.org>

⁽⁴⁰⁾ www.edusismo.org

⁽⁴¹⁾ www.edumeteo.org

⁽⁴²⁾ <http://www.eneascuola.enea.it/>

esta colaboración, el proyecto “Educar para el futuro” (*Educarsi al futuro*)⁽⁴³⁾ incluye un viaje de investigación escolar para cada curso en el que se presta especial atención a la sostenibilidad de las actividades humanas.

En **Letonia** se estableció en 2005 una red escolar⁽⁴⁴⁾ al amparo del programa nacional para la mejora de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, las ciencias y la tecnología en la educación secundaria, con el objeto de experimentar y respaldar la implementación de los nuevos currículos y materiales didácticos en los centros de secundaria. Son varios los participantes en este programa: el Centro para el Desarrollo del Currículo y los Exámenes, instituciones de educación superior, y agencias de desarrollos de los gobiernos local y regional. Durante el período 2008-11 participan tres tipos de centros educativos: centros piloto, con o sin experiencia previa (12 y 14 centros respectivamente) y 33 centros de apoyo. En la práctica, los centros educativos garantizan el pilotaje de los nuevos materiales y organizan actividades para la formación del profesorado, en tanto que las universidades respaldan el trabajo de colaboración en los centros. Los empresarios y las instituciones científicas también contribuyen a una mayor implicación de los estudiantes.

En el **Reino Unido**, SCORE (*Science Community Representing Education*)⁽⁴⁵⁾ es una colaboración entre la Asociación para la Enseñanza de las Ciencias, el Instituto de Física, la *Royal Society* (Real Sociedad de apoyo a las ciencias), la Real Sociedad de la Química y la Sociedad de Biología. Esta colaboración supone dotar de una voz coherente a la toda la comunidad implicada en la enseñanza de las ciencias sobre los temas de enseñanza de las ciencias a largo plazo. Se creó con el propósito de prestar apoyo a la mejora de la calidad del trabajo práctico en el ámbito de las ciencias. Entre las diferentes actividades que se han emprendido en esta colaboración se encuentra el proyecto “Seamos Prácticos” (*Getting Practical*)⁽⁴⁶⁾, liderado por la Asociación para la Enseñanza de la Ciencia, cuyo propósito principal es extender las buenas prácticas, y que se centra más en la calidad que simplemente en la cantidad del trabajo práctico.

En algunos países, las organizaciones no gubernamentales y las fundaciones son las principales organizaciones responsables de coordinar y organizar las actividades de enseñanza de las ciencias para los centros educativos.

En **Polonia**, el Palacio de la Juventud de Katowice (*Pałac Młodzieży w Katowicach*)⁽⁴⁷⁾ es una institución educativa que funciona bajo el auspicio de la asociación “Con Ciencia para el Futuro”. Su propósito es apoyar a los centros escolares que no disponen de laboratorios de ciencias bien equipados mediante la oferta de distintos talleres de química supervisados dirigidos al alumnado que cursa CINE 2 y que se basan en la experimentación química. Se han diseñado también clases de física basadas en la experimentación de acuerdo al currículo básico de CINE 2, así como clases de biología basadas en la observación, la experimentación y el trabajo de campo.

En **Portugal**, la Fundación Champalimaud, en colaboración con el Ministerio de Educación, puso en marcha en 2008 el proyecto “Motivación de los Jóvenes por la Ciencia – *Champimóvel*”⁽⁴⁸⁾. Este proyecto aspira a promover la investigación biomédica en Portugal, así como a estimular el interés y las capacidades en el campo de las ciencias biomédicas. La primera acción, dirigida a los alumnos de segundo y tercer ciclo de la educación básica (CINE 1 y 2), consiste en una exposición interactiva del funcionamiento del cuerpo humano que se exhibe en un simulador portátil, el *Champimóvel*. Un amplio despliegue de información y materiales didácticos complementa la exposición para facilitar que alumnos y profesores se familiaricen con diferentes aspectos relacionados con la biotecnología, como la terapia genética, las células madre y las nanotecnologías.

⁽⁴³⁾ http://www.eneascuola.enea.it/progetto_enea.html

⁽⁴⁴⁾ <http://www.dzm.lv/>

⁽⁴⁵⁾ SCORE, ACME (*Advisory Committee of Mathematics Education* – Comité asesor para la enseñanza de las matemáticas) y la *Royal Academy of Engineering* (Real Academia de Ingeniería) son las organizaciones que lideran los programas de acción 5 y 7 respectivamente. Junto con STEMNET, estas organizaciones líderes trabajan con un gran número de proveedores de mejora y enriquecimiento de las STEM (*Enhancement and Enrichment -E&E*), de forma que quede asegurado, para todos los centros educativos y las universidades, un mejor acceso tanto a la información sobre las actividades disponibles como a la forma en que estas actividades pueden beneficiar a sus estudiantes.

⁽⁴⁶⁾ <http://www.gettingpractical.org.uk/>

⁽⁴⁷⁾ <http://www.pm.katowice.pl/>

⁽⁴⁸⁾ <http://www.fchampalimaud.org/education/en/champimovel2/>

En **Eslovaquia**, la organización no gubernamental *Schola Ludus* ⁽⁴⁹⁾ promueve la ciencia, la investigación y el conocimiento científico de una manera asequible para un público que incluye a niños y jóvenes, desde la educación preescolar hasta secundaria inferior. *Schola Ludus* trabaja en cooperación con diferentes colaboradores tales como universidades, centros de ciencias y museos, así como con empresas privadas. Además de proporcionar formación en el propio trabajo para los docentes, *Schola Ludus* apoya a los centros educativos en el desarrollo de los programas educativos de las materias de ciencias, y organiza exposiciones y actividades educativas no formales para campamentos de verano.

En el **Reino Unido (Escocia)**, la Fundación para la Ciencia de Edimburgo, organización caritativa creada en 1989, desarrolla actividades dirigidas a personas de todas las edades, como, por ejemplo, el Festival anual de la Ciencia, pero también cuenta con un programa educativo. La fundación lleva 20 años al frente del proyecto “Ciencia de generación” (*Generation Science*), cuyo objetivo es dar vida a las ciencias en las aulas a través de talleres y actuaciones educativas y entretenidas. En 2010, participaron 56.000 alumnos de 553 centros educativos repartidos por 30 ayuntamientos de Escocia ⁽⁵⁰⁾.

Las colaboraciones que se acaban de describir implican en su mayor parte bien a actores que dependen de organismos financiados con fondos públicos o bien a organizaciones sin ánimo de lucro. Pero en los siguientes tres países, el principal agente involucrado en las colaboraciones con los centros educativos viene del sector privado, es decir, del ámbito de la empresa y la industria.

En los **Países Bajos**, *Jet-Net* – la Red de Juventud y Tecnología (*Youth and Technology Network Netherlands*) ⁽⁵¹⁾ – fue constituida en noviembre de 2002 como una colaboración entre la industria holandesa, el gobierno y el sector educativo. *Jet-Net* se creó para respaldar a los centros de secundaria en su intento de convertir su currículum y la enseñanza de las ciencias en algo más atractivo. Desde 2008, la red cuenta con treinta empresas nacionales e internacionales, con representantes de los ministerios de Educación y Asuntos Económicos, organizaciones de comercio y con la Plataforma nacional para las Ciencias y la Tecnología. Casi un tercio de los centros de secundaria general superior (*HAVO*) y las escuelas pre-universitarias (*WVO*) participan en este momento en la red (para más información, véase la sección 2.3 sobre orientación).

En el **Reino Unido**, *STEMNET* ⁽⁵²⁾, la red de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (*STEM*-, por sus siglas en inglés), genera oportunidades para que los jóvenes se impliquen en las materias STEM, lo que, a su vez, supone capacitarles para desarrollar su creatividad, sus competencias para la resolución de problemas y su empleabilidad, y les amplía su abanico de opciones, a la vez que refuerza la futura competitividad del Reino Unido. *STEMNET* ayuda a potenciar que los jóvenes estén bien informados sobre las materias STEM, que sean capaces de participar de lleno en debates y de tomar decisiones sobre temas relacionados con STEM. La red está financiada por el Departamento de Negocios, Innovación y Habilidades (*Department for Business, Innovation and Skills –BIS*) y el Departamento de Educación (*Department for Education –DFE*), y lleva a cabo tres programas para dar forma a su visión: “Embajadores STEM” ⁽⁵³⁾, en el que personas de entornos STEM se prestan voluntarias para ejercer como modelos que inspiren a los jóvenes; “Intermediadores para la Mejora y el Enriquecimiento de STEM”, programa a través del que *STEMNET* coordina a 52 organizaciones para que ejerzan un papel de intermediación con los centros educativos, donde, a través de conexiones sólidas con las organizaciones empresariales, el servicio de intermediación pretende garantizar que todos los centros educativos y universidades puedan ofrecer a sus estudiantes programas que apoyen el currículo, y así incrementar la calidad y cantidad de estudiantes que continúan con la enseñanza, la formación y el desarrollo de STEM; *STEMNET* también supervisa la coordinación de la red de Clubs Extraescolares de Ciencias e Ingeniería (*After School Science and Engineering Clubs –ASSECs*). En **Escocia**, “Decididos a Triunfar” (*Determined to Succeed –DtS*) es la estrategia puesta en marcha por el gobierno escocés para la educación empresarial. Las colaboraciones entre organizaciones empresariales y centros educativos están ayudando a que el aprendizaje adquiera relevancia para el mundo laboral y se convierta en algo vivencial y atrayente.

⁽⁴⁹⁾ http://www.scholaludus.sk/new/?go=projektova_skupina&sub1=teplanova1

⁽⁵⁰⁾ <http://www.sciencefestival.co.uk/education>

⁽⁵¹⁾ <http://www.jet-net.nl/>

⁽⁵²⁾ <http://www.stemnet.org.uk/home.cfm>. Existe más información sobre el tamaño y la escala de este proyecto en el informe anual de 2009/10, disponible en internet: http://www.stemnet.org.uk/_db/_documents/STEMNET_Annual_review_FINAL.pdf

⁽⁵³⁾ Para obtener información sobre este programa en Escocia, por favor véase esta página en concreto: www.stemscotland.com4

En **Noruega**, el programa “Comercio e Industria”, desarrollado por la Confederación de Empresas noruegas (*NHO*), fue creado para que los estudiantes entendieran para qué se usa la ciencia y para que la vieran como una opción viable para ellos. El programa permite que los centros educativos tengan un contacto con el comercio y la industria y que se desarrollen acuerdos de colaboración entre los centros y los negocios locales, permitiendo así que los estudiantes sean testigos del papel que desempeña la ciencia en el mundo real. De la misma manera, para que la comunidad empresarial contribuya a fortalecer la enseñanza de las matemáticas, las ciencias y la tecnología (MCT), se ha iniciado el pilotaje del plan “*Lektor 2*”⁽⁵⁴⁾. El propósito de este proyecto es animar a los trabajadores a que enseñen a tiempo parcial en la educación primaria y secundaria, en particular en aquellas materias en las que el centro educativo necesita una ayuda extra. Esto contribuye a aumentar la captación de profesores para impartir MCT, fomenta las buenas relaciones con la comunidad empresarial y brinda una mejor formación en ciencias. Por otro lado, a través de las colaboraciones entre centros educativos y empresarios, los centros pueden tener acceso a equipos técnicos modernos así como recibir una formación más relevante y práctica.

Únicamente en dos países las autoridades locales tienen un papel activo en su colaboración con los centros educativos. No obstante, estas contribuciones a nivel local se dan, en ambos casos, al amparo de una iniciativa gubernamental.

En **Dinamarca**, se eligieron 25 municipios de cinco regiones que reunían a 250.431 alumnos de primaria y secundaria (casi un tercio de la población estudiantil nacional) para participar en el proyecto *Sciencekommuner*⁽⁵⁵⁾ (Municipios de Ciencias) entre 2008 y 2010. Este proyecto, que supuso la puesta en marcha de una red de aprendizaje, se basa en la idea de que el interés de los niños y los jóvenes por las ciencias y la tecnología puede mejorarse si se reúnen todas las fuerzas de una ciudad para trabajar por ese fin. La organización no gubernamental independiente “Comunicación danesa de la Ciencia” (*Dansk Naturvidenskabsformidling – DNF*), con amplia experiencia en nuevas iniciativas relacionadas con la comunicación de las ciencias, apoya este proyecto, que, por otro lado, recibe financiación del Ministerio de Educación. Para convertirse en un Municipio de Ciencias los municipios deben contar con una estrategia a largo plazo para el desarrollo de la ciencia que debe estar vinculada a su estrategia empresarial. Cada municipalidad tiene que nombrar a un coordinador de ciencias que esté en contacto con los centros educativos. Los objetivos específicos son, en primer lugar, brindar oportunidades para el aprendizaje por indagación, pero también abordar materias que recojan distintas estrategias de aprendizaje.

En el **Reino Unido (Escocia)**, el nuevo marco curricular para Escocia –Currículo para la Excelencia (*Curriculum for Excellence*)– se ha diseñado para fomentar colaboraciones más eficaces tanto entre los propios centros educativos como entre los centros y las comunidades locales. Estas colaboraciones incluyen los proyectos de ciencias.

Los programas e iniciativas que se han descrito anteriormente promueven la enseñanza de las ciencias a través de colaboraciones a nivel de centro educativo que incluyen un amplio abanico de actividades. No obstante, hay otro tipo de colaboraciones dedicadas a un tema o a un tipo de actividad en particular.

En Bélgica y el Reino Unido, se han establecido colaboraciones con la finalidad de que los alumnos puedan realizar actividades prácticas. Cuentan con centros itinerantes que van visitando diferentes centros durante el curso escolar, independientemente de su ubicación.

En **Bélgica (Comunidad francesa)**, el “Camión de las Ciencias” (*Camion des Sciences*) es un camión laboratorio que visita los centros de forma que profesores y estudiantes puedan disponer de un laboratorio real donde realizar experimentos en ocho campos científicos diferentes. Se trata de una iniciativa del Museo de Ciencias Naturales y una empresa química privada respaldada por el Ministerio de Educación.

En el **Reino Unido**, el Instituto de Física está al frente del proyecto “Un laboratorio en un camión” (*Lab in a Lorry*), un laboratorio móvil de ciencias colocado en un camión adaptado que acerca experimentos físicos prácticos a los centros de secundaria. De manera similar, en Escocia la Universidad de Edinburgo puso en marcha “El espectáculo ambulante de Diver-Ciencias” (*The Sci-Fun Roadshow*), que acerca la experiencia que supone un centro móvil de ciencias a los centros de secundaria de toda

⁽⁵⁴⁾ <http://www.lektor2.no/>

⁽⁵⁵⁾ <http://www.formidling.dk/sw7986.asp>

Escocia, especialmente en áreas rurales que no tienen fácil acceso a un centro de ciencias. Este proyecto ha recibido financiación del Gobierno escocés durante varios años, y en 2010/11 recibió 25.000 libras (GBP). Ambos proyectos se llevan a cabo como parte de los programas de financiación “Compromiso con la Ciencia” (*Science Engagement*), dirigidos tanto al público en general como a centros educativos con el objetivo de complementar el Currículo para la Excelencia y así fortalecer el aprendizaje de las ciencias y apoyar la docencia.

En Dinamarca y Francia hay dos colaboraciones en temas de la didáctica de las ciencias que se centran de manera especial en el desarrollo curricular y en el diseño de materiales didácticos para las materias de ciencias.

En **Dinamarca**, “Métodos de Ciencias Aplicadas” (*Anvendelsesorientering*) es un programa que coordina la Comunicación danesa de la Ciencia (*Dansk Naturvidenskabsformidling – DNF*) iniciado en 2007. Desde 2009 se mantiene con el formato que tiene en la actualidad y seguirá así al menos durante otros dos años. Todos los proyectos han de diseñarse con el objetivo de replantearse la enseñanza de las materias de ciencias en el nivel de secundaria superior, de modo que esta enseñanza resulte más aplicada. Los enfoques didácticos deben enfatizar aspectos profesionales y pedagógicos, y los estudiantes tienen que llevar a cabo activamente la investigación de un caso práctico. El Ministerio de Educación respalda plenamente los proyectos y recomienda a los centros educativos participantes que trabajen de forma conjunta con la industria y los centros de enseñanza de las ciencias. De esta manera, los estudiantes pueden experimentar cómo se aplica la ciencia en la práctica, por ejemplo, permitiéndoles que conozcan a personas del mundo universitario o empresarial que supongan un modelo para ellos.

En **Francia**, “Manos a la obra” (*La main à la pâte*), que simboliza el trabajo práctico y cooperativo, fue constituido en 1996 por Georges Charpak, un ganador del premio Nobel, y la Academia francesa de las Ciencias (*Académie des sciences*) del Instituto de Francia, con el apoyo del Ministerio francés de Educación. El programa comenzó en 1997 con una colaboración de la Academia francesa de las Ciencias y el *INRP* (Instituto Nacional de Investigación Pedagógica). Los acuerdos de 2005 y 2009 fortalecieron la colaboración entre la Academia de las Ciencias, el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de Educación Superior e Investigación, y la prolongaron al menos hasta 2012, ampliando también el programa para abarcar a los estudiantes de CINE 2. Los objetivos fundamentales son promover la enseñanza de las ciencias y la tecnología en los centros educativos, formar y apoyar al profesorado, y difundir métodos de investigación a nivel internacional. *La main à la pâte* tiene una dimensión internacional con participantes directos en 30 países ⁽⁵⁶⁾. En Francia, una junta directiva estrechamente relacionada con la *Académie des sciences* gestiona el programa, mientras que lo dirige un equipo creado en el *École normale supérieure* de Montrouge. Hay una red de 14 centros directivos que implementan el programa y cinco centros asociados que se responsabilizan de la elaboración de proyectos y de las colaboraciones con los centros educativos ⁽⁵⁷⁾. Basada en diez principios, la estrategia de *La main à la pâte* pone el acento en las ciencias, el lenguaje y las habilidades sociales. Los estudiantes asimilan de manera progresiva conceptos y métodos de ciencias y mejoran su comunicación oral y escrita. Hay diferentes profesionales pertenecientes al campo de las ciencias y la educación, como son los profesores, formadores de profesores, inspectores, estudiantes, ingenieros y científicos, que participan en el desarrollo de los diversos materiales pedagógicos que se elaboran.

En Alemania y Noruega las colaboraciones se centran especialmente en las chicas y abordan su participación en las actividades de enseñanza de las ciencias así como su elección de las ciencias como carrera profesional.

En **Alemania**, el Pacto Nacional para las Mujeres en carreras *MINT* (matemáticas, informática, ciencias naturales y tecnología), llamado “¡Adelante MINT!” (*Go MINT!*) ⁽⁵⁸⁾ y puesto en marcha en 2008, se basa en las colaboraciones. Los “participantes del pacto”, junto con el Ministerio de Educación e Investigación, apoyan y fomentan medidas específicas para animar a las chicas a que cursen carreras de ciencias. Estos participantes pueden ser universidades, escuelas universitarias y asociaciones de educación superior; asociaciones de empresarios y sindicatos; medios de comunicación; clubs y asociaciones; organizaciones y consorcios de investigación; empresas y fundaciones; y los estados federales (para más información, véase la sección 2.3 sobre orientación).

⁽⁵⁶⁾ <http://www.lamap.fr/international/1>

⁽⁵⁷⁾ Para más información, véase el informe de evaluación de 2010: http://www.lamap.fr/bdd_image/RA2010.pdf.

⁽⁵⁸⁾ www.komm-mach-mint.de

En **Irlanda**, el Centro Nacional para la Excelencia en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas y las Ciencias (*National Centre for Excellence in Mathematics and Science Teaching and Learning -NCE-MSTL*) ⁽⁵⁹⁾ tiene el cometido de mejorar la enseñanza de las ciencias y las matemáticas en todos los niveles del sistema educativo irlandés. Entre sus actividades se encuentran: investigar sobre la enseñanza de las matemáticas y las ciencias, colaborar con universidades y otras instituciones en dicha investigación, desarrollar y ejecutar la formación permanente del profesorado y desarrollar recursos para los profesores de matemáticas y ciencias. El centro está financiado por el gobierno y trabaja en colaboración con instituciones de tercer nivel educativo, entre las que se incluye la Univesidad de Limerick, sede del Centro.

En **Portugal**, en 1996 se creó la agencia Ciencia Viva (*Ciência Viva*) ⁽⁶⁰⁾ como una unidad del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Su papel es el de promover la enseñanza científica y tecnológica en la sociedad portuguesa, especialmente entre los alumnos más jóvenes, de preescolar en adelante, aunque incluyendo también a toda la población escolar (CINE 1, 2 y 3). La agencia cuenta con 11 colaboradores diferentes: organismos estatales, la Agencia de Innovación (*Agência da Inovação*), la Fundación para la Ciencia y la Tecnología (*Fundação para a Ciência e Tecnologia*), centros de investigación, el Instituto de Estudios Sociales (*Instituto de Estudos Sociais*), organizaciones sin ánimo de lucro, el Instituto de Telecomunicaciones (*Instituto de telecomunicações*), institutos de educación superior, y el Instituto de biología molecular y celular (*Instituto de biologia molecular e celular*). Los programas de *Ciência Viva* incluyen tres tipos fundamentales de actividades. La agencia lleva a cabo un programa que potencia el uso de metodologías didácticas experimentales en las ciencias y el fomento de la enseñanza de las ciencias en los centros educativos. Dentro de este programa se organiza una competición nacional anual de proyectos de enseñanza de ciencias y se ofrecen actividades de investigación científica y laboratorio durante los periodos vacacionales. La agencia también coordina y gestiona la red nacional de centros regionales *Ciência Viva*.

En **Finlandia**, el centro nacional LUMA ⁽⁶¹⁾ (LU por *luonnontieteet*, que quiere decir 'ciencias naturales' en finlandés, y MA por 'matemáticas') es una organización paraguas cuyo fin es la cooperación con los centros educativos, las universidades, la empresa y la industria. La facultad de Ciencias de la Universidad de Helsinki está a cargo de su coordinación. Su objetivo es apoyar y promover la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, las matemáticas y la tecnología en todos los niveles, y para alcanzarlo el centro LUMA trabaja mano a mano con centros educativos, profesores, estudiantes de pedagogía y otros muchos participantes. Las actividades principales son de formación permanente del profesorado, como el día anual de las ciencias de LUMA; la semana nacional de activación LUMA para las escuelas; campamentos de MCT para niños; centros de recursos para matemáticas y ciencias. Un equipo de gestión en el que hay representantes de varias instituciones dirige el Centro LUMA: el Ministerio de Educación, la Junta Nacional de Educación, las Facultades de Biociencias, Ciencias del Comportamiento y Ciencia, la Universidad de Tecnología de Helsinki y el Departamento de Educación de la Ciudad de Helsinki, así como un representante de los municipios finlandeses y varias asociaciones de la industria finlandesa. El centro colabora, por ejemplo, con el centro Palmenia para la Formación Permanente, con agencias del gobierno, ONGs, asociaciones, centros especializados en ciencias y editoriales de libros de texto.

En **Noruega**, el Centro para la Enseñanza de la Ciencia ⁽⁶²⁾ de la Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales de la Universidad de Oslo es un centro nacional de recursos para todos los niveles educativos. Aparte de los centros escolares, el Centro tiene varios colaboradores que van desde universidades y escuelas universitarias hasta museos y agentes del mundo industrial. Sus principales objetivos son facilitar que los alumnos y profesores consoliden sus competencias y potenciar su interés por las ciencias naturales. El Centro desarrolla métodos de trabajo y materiales didácticos que ayudan a que la enseñanza de las ciencias naturales sea más variada, animada y emocionante para alumnos y profesores. El centro contribuye a que se desarrollen y prueben materiales didácticos informáticos, así como a que se gestionen entornos de aprendizaje relacionados con internet dentro del campo de las ciencias naturales. También ofrece actividades de formación para el profesorado. Al mismo tiempo, se llevan a cabo otras muchas actividades que incluyen: facilitar información y difundir los resultados de investigaciones; contribuir al desarrollo de actitudes positivas, así como de una visión reflexiva de las ciencias naturales en la sociedad; apoyar y aconsejar

⁽⁵⁹⁾ <http://www.nce-mstl.ie/>

⁽⁶⁰⁾ <http://www.cienciaviva.pt/home/>

⁽⁶¹⁾ <http://www.helsinki.fi/luma/english/index.shtml>

⁽⁶²⁾ <http://www.naturfagsenteret.no/> Para obtener más información sobre la resolución, léase la página web en inglés: <http://www.naturfagsenteret.no/c1442967/artikkel/vis.html?tid=1442390>

al Ministerio de Educación e Investigación y a la Dirección para la Educación y la Formación, en lo que respecta al desarrollo curricular y la evaluación de los alumnos en las ciencias naturales; y promover la igualdad de oportunidades educativas sin tener en consideración el género, las diferencias socioeconómicas y la raza.

A nivel regional en Noruega se han establecido también centros especializados en ciencias con el objetivo específico de incrementar el interés por las MCT. En 2009, el Ministerio asignó un total de 20.3 millones de coronas (NOK) a estos centros regionales. Operan como centros de aprendizaje y en 2008 recibieron a más de 164.000 alumnos como parte de las visitas organizadas desde los centros educativos. Prestan apoyo a la formación del profesorado y colaboran con todos los agentes locales implicados en la información científica dentro de su región, como pueden ser los museos de ciencias.

En **Turquía**, en 1995 se creó la Fundación de Centros especializados en ciencias ⁽⁶³⁾ como resultado de la consolidación de este tipo de centros. Entre sus objetivos, la Fundación persigue: aumentar el conocimiento de la sociedad sobre las ciencias sociales y aplicadas y crear un entorno que propicie el entusiasmo por aprender; aumentar las oportunidades de realizar experimentos fascinantes; y fomentar el disfrute del descubrimiento. La Fundación también se encarga de fortalecer la comunicación entre la industria, los centros educativos y la sociedad. Organiza proyectos, concursos, talleres y exposiciones especiales. Entre sus fundadores se encuentran varias universidades, el Ministerio Nacional de Educación, el Consejo de Investigación Científica y Tecnológica de Turquía (*TÜBİTAK*), la Academia turca de las Ciencias (*TÜBA*) y muchas organizaciones no gubernamentales y sin ánimo de lucro.

En algunos países también existen centros dedicados a la promoción de la enseñanza de las ciencias que se encuentran en las instituciones de educación superior o colaboran estrechamente con ellas. Estos centros ofrecen apoyo a los centros educativos para la enseñanza de las ciencias y son lugares ideales para contribuir a la investigación en el campo de la enseñanza de las ciencias.

En **Irlanda**, el *Calmast* – Centro para el Avance del Aprendizaje de las Matemáticas, las Ciencias y la Tecnología (*Centre for the Advancement of Learning of Mathematics, Science and Technology*) ⁽⁶⁴⁾ pretende promover el estudio de las ciencias y las materias relacionadas en los centros educativos del sureste de Irlanda. El centro publica recursos relacionados con ciencias para los centros y organiza actividades de promoción de las ciencias a nivel local, como las ferias de ciencias. Existe otro centro con un papel significativo, el *Castel* – Centro para el Avance de la Enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas (*Centre for the Advancement of Science and Mathematics Teaching and Learning*) ⁽⁶⁵⁾. Esta organización posee un equipo de investigación multidisciplinaria compuesto por científicos, matemáticos y educadores de la *Dublin City University* y la universidad *St Patrick's College Drumcondra* de Dublín. Además del objetivo de mejorar el aprendizaje de las ciencias en todos los niveles educativos, el centro está involucrado en actividades de colaboración con organizaciones locales y nacionales.

En **España**, a nivel regional, el Centro de Investigación para la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas (*Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica – CRECIM*) de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), situado en la Comunidad Autónoma de Cataluña ⁽⁶⁶⁾, juega un importante papel en la promoción y el apoyo a la enseñanza de las ciencias. El Centro define sus objetivos en términos de lograr una mejora de la formación de los profesores para así fomentar los conocimientos científicos y tecnológicos, como de contribuir a la comunicación y divulgación de las ciencias. Los objetivos de CRECIM se implementan mediante proyectos, seminarios y cursos de formación del profesorado. Su trabajo se lleva a cabo a través de una red formada por profesores e investigadores, denominada REMIC (Investigación de la Enseñanza de Matemáticas y Ciencias – *Recerca en Educació Matemàtica e Científica*), que ha estado activa desde 2006 y que recibe una subvención del Gobierno Autonómico ⁽⁶⁷⁾.

En **Polonia**, el Centro para la Enseñanza Innovadora de la BioCiencia, *BioCEN* (*Biocentrum Edukacji Naukowej*) ⁽⁶⁸⁾ se viene dedicando al fomento de experimentos de biología para docentes y estudiantes de los niveles CINE 2 y 3 a través de clases y

(63) <http://www.bilimmerkezi.org.tr/about-us.html>

(64) <http://www.calmast.ie/>

(65) <http://www.castel.ie/>

(66) <http://crecim.uab.cat/>

(67) <http://crecim.uab.cat/xarxaremic/>

(68) <http://www.biocen.edu.pl/>; <http://www.biocen.edu.pl/en/>

talleres que se ofrecen en los laboratorios educativos del Instituto de Biología Molecular y Celular, y en la Universidad de Varsovia de Ciencias Vivas (SGGW). Uno de los objetivos de BioCEN establecidos por ley es promocionar la biología experimental en Polonia y desarrollar esta área de la biología en los centros educativos mediante la organización de diversas actividades como charlas, seminarios, talleres, conferencias, así como a través de la preparación de materiales didácticos de biología para los centros de primaria y secundaria. El BioCEN está respaldado por dos instituciones de educación superior, así como por tres institutos de investigación de Varsovia.

En **Suecia** existen tres centros de recursos dedicados a apoyar la enseñanza de las materias de ciencias. Estos centros, establecidos a iniciativa del gobierno, están gestionados por universidades y tiene un importante papel a nivel nacional. El Centro Nacional para la Biología y la Biotecnología en las Escuelas es uno de ellos, con sede en la Universidad de Uppsala ⁽⁶⁹⁾. Su cometido es ofrecer apoyo e inspirar a profesores de todos los niveles de la educación, desde preescolar hasta los centros de secundaria superior, incluyendo también la educación de adultos. Las actividades que allí se ofrecen incluyen: fomentar el debate y el intercambio ideas entre profesores; aumentar la competencia en todos los niveles de docencia de la biología; proporcionar orientación sobre el trabajo práctico en el laboratorio; promover el desarrollo de la enseñanza en el exterior; fomentar una visión integrada de las ciencias de la vida; dar información sobre los desarrollos que tienen lugar en la actualidad dentro del campo de la biología; respaldar y promover los contactos entre la investigación, los centros educativos y la industria; y propiciar debates sobre el desarrollo sostenible y diversas cuestiones éticas.

El Centro Nacional de Recursos para los Profesores de Química ⁽⁷⁰⁾, situado en la Universidad de Estocolmo, tienen entre sus objetivos la promoción y el fomento de la enseñanza de la química en la educación obligatoria y la secundaria superior. Para ello lleva a cabo distintas actividades: desarrollar nuevos experimentos para los centros educativos y ofrecer orientación sobre las cuestiones relacionadas con la enseñanza de la química; animar a niños y jóvenes a que se involucren en actividades científicas; ofrecer formación permanente para profesores de química e informarles de la nueva legislación y las reformas; e iniciar y fomentar contactos entre los centros educativos y la industria química. El Centro Nacional para la Enseñanza de la Física ⁽⁷¹⁾, gestionado por la Universidad Lund, tiene objetivos similares y es un centro de recursos importante dirigido a todos los profesores, desde el nivel de preescolar hasta el de secundaria superior.

En Estonia, Malta, Noruega y Turquía, las autoridades oficiales han puesto en marcha organismos específicos para coordinar las medidas de apoyo a la enseñanza de las ciencias.

En **Estonia**, hay una unidad independiente para la comunicación de la ciencia (La Unidad de Popularización de las Ciencias – SCU) que se creó en 2010 dentro de la Fundación Arquímedes ⁽⁷²⁾, un órgano independiente establecido por el gobierno estonio. Su objetivo es coordinar e implementar programas y proyectos en el campo de la formación, la enseñanza, la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. La SCU gestiona ocho programas diferentes y cuenta con un presupuesto anual cercano a los 2 millones de euros (EUR) procedentes del presupuesto estatal, y cuenta con más de 1.300 participantes anuales.

El Consejo para las Ciencias y la Tecnología (MCST) de **Malta** es un órgano público que el gobierno central creó en 1988. Su cometido es asesorar al gobierno y a otros órganos sobre las políticas de ciencias y tecnología. El MCST organiza a su vez varios eventos nacionales para popularizar las ciencias, como el Festival de Ciencias y Tecnología, y la Noche de los Investigadores. También está el Centro de Ciencias, que colabora con el Departamento de Gestión del Currículo y el Aprendizaje a través de internet, que a su vez forma parte del Ministerio de Educación, Empleo y Familia. Este Centro colabora estrechamente con los centros educativos en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. También asume el papel de sede central de un equipo de 21 profesores itinerantes de ciencias que visitan escuelas de primaria impartiendo el programa de ciencias diariamente.

En **Noruega**, el cometido del equipo de MCT (matemáticas, ciencias y tecnología) del Ministerio de Educación e Investigación ⁽⁷³⁾

⁽⁶⁹⁾ <http://www.bioeurs.uu.se/aboutus.cfm>.

⁽⁷⁰⁾ <http://www.krc.su.se/>

⁽⁷¹⁾ <http://www2.fysik.org/>

⁽⁷²⁾ <http://archimedes.ee/index.php?language=2>

⁽⁷³⁾ <http://odin.dep.no/ufd/engelsk>

es implementar políticas de ciencias, matemáticas y tecnología mediante la coordinación de esfuerzos para el fortalecimiento de estas materias en la educación noruega. El equipo está compuesto por miembros del Ministerio de Educación e Investigación y representantes de todos los niveles educativos y de la comunidad de investigadores. La función del equipo es hacer un seguimiento de las iniciativas existentes y asegurar que las nuevas se ajustan a los objetivos generales de la política del gobierno. Entre otras responsabilidades, el equipo avala el trabajo de tres centros nacionales especializados en ciencias.

El Consejo de Investigación Científica y Tecnológica de **Turquía** (*TÜBİTAK*), creado en 1963, es una institución autónoma cuyo objetivo es potenciar el progreso en los campos de la ciencia y la tecnología, investigar y respaldar a los investigadores turcos. TÜBİTAK se encarga de que la investigación y el desarrollo vayan en consonancia con los objetivos y las prioridades nacionales. Asimismo, desarrolla anualmente distintas actividades en el campo de la enseñanza de las ciencias dirigidas a estudiantes y también ofrece apoyo a ciudades que pretenden poner en marcha centros de ciencias.

En numerosos países los museos de ciencias y los centros científicos organizan programas y actividades para incentivar el interés de los alumnos por las ciencias. Estas organizaciones también ayudan a consolidar lo que se ha enseñado y aprendido en el centro escolar, y proporcionan asesoramiento y apoyo a los profesores en su práctica profesional. Las actividades concretas ofrecidas por los centros de ciencias y los museos pueden ejercer una considerable influencia sobre la forma en la que los jóvenes perciben y comprenden las ciencias, así como sobre su grado de motivación para estudiar y trabajar en este campo.

En la **República Checa** se puso en marcha recientemente dos centros de ciencias: el *iQpark* ⁽⁷⁴⁾ en 2007 y un año más tarde, el Centro de Ciencias *Techmania* ⁽⁷⁵⁾. El *iQpark* está situado en las antiguas dependencias del Instituto de Investigación Textil de Liberec y cuenta con más de cien exposiciones interactivas. Este centro fue fundado por la organización sin ánimo de lucro *Labyrint Bohemia* y está cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). *Techmania* fue fundado por la sociedad anónima *Skoda Holding* y la Universidad de Bohemia Occidental, situada en Pilsen (*Západočeská univerzita v Plzni*), con la intención de construir un centro en terrenos industriales de Skoda en respuesta al declive en el interés por los ámbitos tecnológicos. El Centro ofrece exposiciones que explican principios matemáticos o físicos a través de juegos y actividades interactivas.

En **Estonia**, el Ministerio de Educación e Investigación, la Universidad de Tartu y la ciudad de Tartu fundaron de forma conjunta el Centro de Ciencias *AHHA* ⁽⁷⁶⁾ en 1998. Este centro está especializado en el desarrollo de nuevos métodos para explicar las ciencias y la tecnología al público en general, y en particular, a los jóvenes de todos los niveles educativos. Se financia a través del presupuesto estatal, de Fondos Estructurales Europeos y de fondos procedentes del sector privado. Cuenta con exposiciones educativas interactivas, espectáculos de “teatro de ciencias”, charlas en planetario y divertidos experimentos de laboratorio.

En **Francia**, la Ciudad de las Ciencias (*la Cité des sciences*) y el Palacio del Descubrimiento (*le Palais de la découverte*) se fusionaron en 2010 en una única organización, *Universciences* ⁽⁷⁷⁾, una institución pública, industrial y comercial. El gran objetivo de *Universciences* es hacer que la cultura científica y técnica sea accesible para todos. Su función, por tanto, es tanto desarrollar productos científicos y culturales como organizar programas educativos y elaborar nuevas actividades pedagógicas para la educación primaria y secundaria. La institución funciona a nivel regional, nacional e internacional. Desde septiembre de 2010, siete profesores del sector público han sido trasladados temporalmente a *Universciences* para gestionar, por ejemplo: la coordinación técnica y científica y el apoyo a las visitas; actividades y programas para profesores de primaria y secundaria, como pueden ser cursos de formación; la elaboración de materiales didácticos; y el enlace de los profesores con la comunidad científica a través de redes digitales.

En **Grecia**, el departamento educativo del Museo de Historia Natural de Goulandris ⁽⁷⁸⁾ está abierto a la colaboración con profesores, estudiantes, voluntarios, pedagogos del museo y animadores para que se implementen programas, proyectos y

⁽⁷⁴⁾ <http://www.iqpark.cz/en/>

⁽⁷⁵⁾ <http://www.techmania.cz/lang.php?lan=1>

⁽⁷⁶⁾ <http://www.ahhaa.ee/en/>

⁽⁷⁷⁾ <http://www.universcience.fr/fr/education>

⁽⁷⁸⁾ <http://www.gnhm.gr/Museaelect.aspx?lang=en-US>

talleres para niños. Este departamento ha venido haciendo un seguimiento de los nuevos enfoques metodológicos que se introdujeron a través de los Currículos Interdisciplinarios del año escolar 2006/07, y ha creado programas educativos para los grupos de alumnos de primaria que visitan el museo.

En **Lituania**, el Centro lituano de Jóvenes Naturalistas (*Lietuvos jaunuju gamtininkų centras*) ⁽⁷⁹⁾, creado por el Ministerio de Educación, se encarga de la enseñanza y formación no formales en las áreas de naturaleza, medio ambiente y salud humana. Sus actividades incluyen: la organización de eventos nacionales e internacionales para niños y jóvenes y la creación de condiciones que les permitan adquirir habilidades que se desarrollan a través de la educación no formal; la divulgación de la información; la organización de actividades de formación permanente del profesorado; y el desarrollo de materiales didácticos. El Centro lituano de Información para el Estudiante y la Creatividad Técnica, también creado por el Ministerio de Educación, desempeña un papel similar en la enseñanza y formación no formales en los ámbitos de las ciencias y la tecnología.

En **España**, el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) ⁽⁸⁰⁾, situado en Madrid y en breve también en La Coruña (Galicia), tiene la función de contribuir a la enseñanza de las ciencias en la sociedad española. Los programas educativos son una de las prioridades actuales del museo, en línea con su doble objetivo de fomentar la cultura científica y de poner en valor la importancia de la historia de la ciencia y la tecnología. El museo, que depende del Ministerio de Ciencia e Innovación, está gestionado por la FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología), en el marco de la línea de acción "Red Española de Museos de Ciencia y Tecnología". En 2008, el MUNCYT inició la creación de una red de instituciones a través de la cual se pueden desarrollar actividades en diferentes partes del país.

A nivel regional se encuentra el Parque de las Ciencias ⁽⁸¹⁾, situado en la Comunidad Autónoma de Andalucía, que funciona como museo interactivo que da cabida a diversas exposiciones, tanto permanentes como temporales. Está financiado por el gobierno autonómico y otras instituciones públicas y privadas. Se creó con el objetivo de promocionar las ciencias y la tecnología en la educación y de fomentar enfoques interactivos y experimentos prácticos. Su trabajo se desarrolla a través de una serie de actividades que incluyen talleres de verano para niños y adolescentes de 5 a 13 años.

El Consejo para las Ciencias y la Tecnología de **Malta** construirá un Centro Nacional para las Ciencias Interactivas en 2013, que servirá como plataforma educativa y de entretenimiento para los estudiantes, los padres y los profesionales, con el objetivo de aumentar el interés por las ciencias, la ingeniería y la tecnología.

En **Polonia**, el Centro de Ciencias Copérnico (*Centrum Nauki Kopernik*) ⁽⁸²⁾ es una institución conjunta que creó y financió la Ciudad de Varsovia y la Hacienda Pública, representada por el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de Ciencia y Educación Superior. Este Centro difunde información sobre los logros nacionales e internacionales en relación con las ciencias y la tecnología, explicando la naturaleza de los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor a través del uso de clases e instalaciones interactivas. El Centro Copérnico tiene como finalidad despertar el interés por las ciencias, favorecer la comprensión del mundo y de los procesos de aprendizaje en el ámbito de las ciencias, y estimular el discurso social sobre ellas. Organiza eventos para el fomento de las ciencias (especialmente la física), principalmente entre alumnos de los niveles CINE 1 y 2. Se está preparando también una exposición permanente de modelos interactivos, así como de laboratorios destinados a experimentos e investigación. El Centro de Experimentos de Ciencias (*Centrum Nauki Eksperyment*) ⁽⁸³⁾, creado en el seno del Centro de Innovación *Gdynia*, en el Parque de las Ciencias y la Tecnología de la región de Pomerania ⁽⁸⁴⁾, es un centro educativo no formal que tiene 40 laboratorios distintos, algunos de ellos interactivos. Estos laboratorios están adaptados para diferentes edades y permiten que los alumnos se familiaricen con un fenómeno científico concreto. El Laboratorio de Biotecnología y Medio Ambiente (*Wdrożeniowe Laboratorium Biotechnologii i Ochrony Środowiska*) ⁽⁸⁵⁾ forma parte de un módulo biotecnológico del Parque de

⁽⁷⁹⁾ <http://www.gamtininkai.lt/>

⁽⁸⁰⁾ <http://www.muncyt.es>

⁽⁸¹⁾ <http://www.parqueciencias.com/>

⁽⁸²⁾ <http://www.kopernik.org.pl/index.php>

⁽⁸³⁾ http://www.experyment.gdynia.pl/pl/dokumenty/main_page

⁽⁸⁴⁾ <http://www.ppnt.gdynia.pl/en.html>

⁽⁸⁵⁾ <http://www.ppnt.gdynia.pl/lekcja-biologii-molekularnej.html>

las Ciencias y la Tecnología de Gdynia, en la región de Pomerania. Este laboratorio está equipado con instalaciones de alta tecnología y ofrece clases prácticas de biología y química para grupos escolares.

En los **Países Bajos**, el museo de Ciencias NEMO ⁽⁸⁶⁾ recibe a personas de todas las edades, aunque su principal grupo objetivo son niños y jóvenes entre 6 y 16 años. En él se propone un ambiente de aprendizaje interactivo en las áreas de ciencias y tecnología fuera del entorno escolar. El museo NEMO forma parte del Centro Nacional para la Ciencia y Tecnología (NCWT); su objetivo es utilizar los fenómenos y los avances científicos y tecnológicos para informar, inspirar y atraer al público general y a niños de todas las edades.

En **Eslovenia**, son varios los centros de ciencias que cumplen el papel de servir de apoyo a la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo, la Casa de los Experimentos ⁽⁸⁷⁾ ofrece exposiciones prácticas y otras actividades, como talleres y competiciones, destinadas a grupos de estudiantes y profesores y también al público en general. El Centro Educativo de Ciencias Naturales para el Desarrollo Sostenible (FNM-UM) ⁽⁸⁸⁾ también ofrece cursos educativos y talleres para profesores y estudiantes, y cuenta con equipamiento moderno de laboratorio. El ICJT –Centro Educativo de Tecnología Nuclear ⁽⁸⁹⁾– coordina actividades similares dirigidas a centros escolares de todos los niveles educativos.

El **Reino Unido (Escocia)** cuenta con cuatro centros de ciencias: el Centro de Ciencias de Glasgow (*Glasgow Science Centre*) ⁽⁹⁰⁾, “Nuestra Tierra Dinámica” (*Our Dynamic Earth*) ⁽⁹¹⁾, “Sensación” (*Sensation*) ⁽⁹²⁾ y *Satrosphere* ⁽⁹³⁾, que juntos forman la Red escocesa de Centros de Ciencias (SSCN). Estos cuatro centros tienen diversas finalidades: fomentar las ciencias, la educación y la capacidad de innovación de Escocia; transmitir la posición nacional de vanguardia en cuanto a la comunicación de las ciencias y la educación; generar experiencias interactivas que supongan una inspiración, un reto y sean atractivas; incrementar la concienciación sobre las ciencias; mejorar la calidad del aprendizaje de las ciencias y la tecnología; fomentar la enseñanza y el aprendizaje permanente en las ciencias; suscitar un interés renovado por los cursos universitarios de ciencias.

Muchas instituciones del ámbito científico están a su vez en situación de apoyar la enseñanza de las ciencias en los centros educativos. Para conseguir este fin, en España, Austria y el Reino Unido (Inglaterra y Gales) se han constituido redes con la intención de coordinar a las distintas organizaciones, particulares y centros educativos implicados en el tema.

En **España**, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), como parte de su programa para la Cultura Científica y la Innovación, constituyó una red de Unidades de Cultura Científica –la red CCU+i– que conecta a universidades y centros de investigación. La red CCU+i actúa como canal de comunicación entre los investigadores de ciencias de 70 centros CCU+i y el resto de la población. Algunas de las actividades desarrolladas por estos centros están especialmente diseñadas para promover y apoyar la enseñanza de las ciencias.

En **Austria**, la Red de Centros de Ciencias ⁽⁹⁴⁾ es una asociación de organizaciones y personas austriacas que trabajan para ampliar el conocimiento de las ciencias y la tecnología. La Red de Centros de Ciencias pretende inspirar y estimular el pensamiento, así como fomentar una visión informal y desenfadada de las ciencias y la tecnología en todas las edades. Asimismo, pretende animar a los jóvenes en la elección de su carrera profesional. El concepto educativo se basa en procesos de aprendizaje individuales y autodidactas. Cerca de unos 100 participantes se han unido recientemente a la red y contribuyen de forma activa al desarrollo de la comunidad, ofertando o disfrutando de actividades de ciencias interactivas. Los participantes de la red provienen de diferentes entornos de toda Austria, y cuentan con más de 70 instituciones y 24 particulares. Sus ámbitos de conocimiento son muy diversos, y entre ellos se encuentra la educación, la ciencia y la investigación, el diseño, las artes, los medios de comunicación y la industria.

⁽⁸⁶⁾ <http://www.e-nemo.nl/?id=5&s=85&d=551>

⁽⁸⁷⁾ <http://www.h-e.si/index.php?lang=en>

⁽⁸⁸⁾ <http://www.fnm.uni-mb.si/default.aspx>

⁽⁸⁹⁾ <http://www.icjt.org/>

⁽⁹⁰⁾ <http://www.gsc.org.uk/>

⁽⁹¹⁾ <http://www.dynamicearth.co.uk/>

⁽⁹²⁾ <http://www.sensation.org.uk/>

⁽⁹³⁾ <http://www.satrosphere.net/>

⁽⁹⁴⁾ <http://www.science-center-net.at/>

En el **Reino Unido (Inglaterra y Gales)**, el Instituto de Física y los centros de aprendizaje de ciencias se han asociado con el objetivo de crear y gestionar una red de apoyo para profesores y estudiantes de física. Se conoce como la Red de Física Estimulante (*Stimulating Physics Network*) ⁽⁹⁵⁾, y ofrece apoyo tanto a alumnos como a profesores, con especial atención a aquellos centros escolares con escasa presencia de estudiantes y de chicas en el área de la física. Esta red ofrece formación para profesores, recursos profesionales y actividades diseñadas para motivar a los estudiantes. El apoyo se oferta a todos los centros escolares a través de coordinadores de la red, que trabajan estrechamente con universidades y con el STEMNET, que cuenta, a su vez, con conexiones con los centros educativos locales y especializados.

2.2.3. Otras actividades de promoción de las ciencias: eventos nacionales y competiciones

Aparte de las colaboraciones a nivel de centro educativo y de las actividades escolares desarrolladas en centros e instituciones específicas, en varios países europeos se realizan otro tipo de eventos, como por ejemplo, festivales, concursos y competiciones con el objetivo de promocionar la enseñanza de las ciencias.

Eventos nacionales en torno a la enseñanza de las ciencias

En algunos países se celebran anualmente eventos nacionales para la promoción de las ciencias. Aunque suelen estar abiertos al gran público, se dirigen básicamente a los estudiantes y se organizan actividades específicas para ellos. Algunos eventos se dirigen exclusivamente a la población escolar, y pueden tratarse de jornadas de un día o extenderse a lo largo de una semana completa. Estas actividades pretenden hacer de las ciencias algo vivo y accesible, por lo que tienen un enfoque divertido, práctico e interactivo.

En **España**, desde 2002 se viene desarrollando la Semana de la Ciencia ⁽⁹⁶⁾ en el marco de la “Red Regional de Innovación y Comunicación de las Ciencias” de la FECYT ⁽⁹⁷⁾. A nivel regional, su organización recae en los servicios y departamentos designados como coordinadores oficiales de este tipo de eventos en cada una de las Comunidades Autónomas participantes.

En **Francia**, cada año se celebra durante la última semana de octubre la Fiesta de la Ciencia (*Fête de la science*) ⁽⁹⁸⁾, bajo los auspicios del Ministerio de Educación Superior e Investigación, que es su principal fuente de financiación. Las autoridades regionales y los patrocinadores también contribuyen a la iniciativa.

En **Malta**, cada año tiene lugar un festival de una semana de duración dedicado a la ciencia y la tecnología llamado “La Ciencia es Divertida” (*Science is Fun*) ⁽⁹⁹⁾, que se celebra en el campus de la Universidad de Malta y está coordinado por el Consejo de Malta para la Ciencia y la Tecnología (MCST). La Semana de la Ciencia (*Science Week*) es otro evento anual organizado por la Fundación Nacional de Viajes Estudiantiles (*National Students Travel Foundation -NSTF*) en el que se exhiben trabajos creativos de los estudiantes, experimentos, resultados de investigación y proyectos originales. Asimismo, existe un foro para la promoción, explicación y debate sobre distintos temas.

En **Polonia**, el “Picnic de Ciencias” ⁽¹⁰⁰⁾, organizado conjuntamente por la Radio Polaca y el Centro de Ciencias Copérnico, es un gran evento al aire libre que tiene como objetivo la popularización de las ciencias. Desde 1997 se celebra cada año en Varsovia. El evento abre sus puertas a todo tipo de visitantes, pero se centra en particular en los alumnos de los centros de primaria y secundaria. Participan en el evento cerca de 250 instituciones de Polonia y del extranjero, donde presentan sus trabajos y aspectos de los mismos que no suelen salir a la luz. La mayoría de las organizaciones participantes son institutos de educación superior, institutos de investigación, museos y organismos culturales, fundaciones relacionadas con las ciencias y otros grupos de interés. Aparte de este evento, que se celebra en la capital, hay festivales de ciencias regionales que tienen lugar en todas las ciudades importantes de Polonia y que reúnen a organizaciones relacionadas con las ciencias como son las instituciones de

⁽⁹⁵⁾ <http://www.stimulatingphysics.org/overview.htm>

⁽⁹⁶⁾ www.semanadelaciencia.es

⁽⁹⁷⁾ <http://www.convocatoria2010.fecyt.es/Publico/Bases.aspx>

⁽⁹⁸⁾ <http://www.fetedelascience.fr/>

⁽⁹⁹⁾ <http://www.mcst.gov.mt/>

⁽¹⁰⁰⁾ <http://www.renatesenteret.no/ent3r/h>

educación superior, los centros especializados en las ciencias y la cultura, y los institutos de investigación. Estos festivales van dirigidos y atraen tanto a estudiantes como al gran público ⁽¹⁰¹⁾.

En **Eslovenia**, desde 2009, la Casa de los Experimentos organiza el “Cientival de las Aventuras” (*Znanstival dogodivščin*) ⁽¹⁰²⁾, en el que se celebran experimentos, talleres, exposiciones y otras actividades de promoción de las ciencias durante varios días en Liubliana y Piran.

En el **Reino Unido**, la Asociación Británica de las Ciencias lleva a cabo anualmente la Semana Nacional de las Ciencias y la Ingeniería (*National Science and Engineering Week*), dedicada a un tema diferente cada año ⁽¹⁰³⁾.

En algunos países, los eventos para el fomento de las ciencias tienen como objetivo específico los centros escolares.

En **Bélgica (Comunidad francesa)**, el evento anual “La Primavera de las Ciencias” (*le Printemps des Sciences*) ⁽¹⁰⁴⁾ se dirige tanto a alumnos de primaria como a estudiantes de secundaria y educación superior. Este evento, iniciado en 2000, surgió como iniciativa del Ministerio de Educación Superior, y está organizado por las universidades y las *hautes écoles*, que desempeñan un importante papel, junto con otros sesenta participantes entre los que se encuentran museos, laboratorios y centros de investigación. La *Printemps des Sciences* persigue estimular el interés de los alumnos más jóvenes por las ciencias, así como animar a los estudiantes más mayores a que sigan carreras de ciencias. Las actividades que se realizan durante este evento están en consonancia con el currículo.

Los **países nórdicos y bálticos** que participan en el Programa Nordplus (*Nordplus Framework Programme*) ⁽¹⁰⁵⁾, esto es, Dinamarca, Estonia, Letonia, Lituania, Finlandia, Suecia, Islandia y Noruega, comparten una iniciativa llamada el Día del Clima Nórdico (*Nordic Climate Day*). Este evento, impulsado por los Ministros de Educación en 2009, se ideó para impulsar la enseñanza de la problemática del clima y promover la cooperación entre profesores y estudiantes de educación primaria y secundaria de los países participantes. El *Nordic Climate Day* reúne a un gran número de participantes y da a los centros escolares la oportunidad de realizar diversas actividades y de utilizar herramientas y materiales disponibles en un portal web especial ⁽¹⁰⁶⁾.

Concursos y competiciones de ciencias

Los concursos y las competiciones de ciencias son otro tipo de actividades que se han desarrollado en varios países con el objetivo de incrementar el interés y el entusiasmo por las ciencias. Puesto que no son obligatorios y combinan la competición con la diversión, estos eventos pueden incrementar el interés por los temas de ciencias que ya se han enseñado en el centro escolar, y/o motivar a los estudiantes para que profundicen en su conocimiento de forma que se pueda dedicar más tiempo a las actividades experimentales.

Las Olimpiadas son la competición más grande a nivel europeo, organizadas a nivel regional, nacional e internacional. Existen, de igual modo, otras dos competiciones europeas en el campo de las ciencias que complementan a las Olimpiadas: el Concurso de la Unión Europea para Jóvenes Científicos, que comenzó en 1989 ⁽¹⁰⁷⁾ y la Competición de Ciencias de la Unión Europea ⁽¹⁰⁸⁾, iniciada en 2002. Prácticamente todos los países europeos participan en estas competiciones.

Las iniciativas para organizar concursos en el campo de las ciencias pueden partir también del sector privado o de organizaciones sin ánimo de lucro. En Italia, la compañía eléctrica ENEL, organiza “Energía en Juego” (*Energia in Gioco*), un concurso anual para estudiantes de todos los cursos. Asimismo, en Letonia, la compañía

⁽¹⁰¹⁾ Un ejemplo de los festivales regionales anuales de ciencias: <http://www.festival.wroc.pl/english/>

⁽¹⁰²⁾ <http://www.znanstival.si/index.php>

⁽¹⁰³⁾ <http://www.britishscienceassociation.org/web/NSEW/index.htm>

⁽¹⁰⁴⁾ <http://www.printemps-des-sciences.be>

⁽¹⁰⁵⁾ <http://www.nordplusonline.org/>

⁽¹⁰⁶⁾ <http://www.klimanorden.org>

⁽¹⁰⁷⁾ http://ec.europa.eu/research/youngscientists/index_en.cfm

⁽¹⁰⁸⁾ <http://www.euso.dcu.ie>

de energía eléctrica “Latvenergo” celebra una competición anual de física llamada “Experimentos”⁽¹⁰⁹⁾, dirigida a los estudiantes de 9º curso (CINE 2). En el Reino Unido, la Asociación Británica de las Ciencias (*British Science Association*)⁽¹¹⁰⁾, que es una organización voluntaria, facilita información y ofrece un abanico de actividades entre las que se incluyen competiciones.

Los concursos y competiciones escolares de ciencias se realizan normalmente a iniciativa del Ministerio responsable de la educación o de otros órganos responsables de promover la enseñanza de las ciencias, fundamentalmente los centros especializados en ciencias. Este es el caso de la comunidad francesa de Bélgica, la República Checa, España, Estonia, Letonia, Lituania, Malta, Hungría, Portugal, Eslovenia y Turquía.

La mayor parte de los concursos y las competiciones se dirigen a estudiantes de secundaria; son escasos los que se dirigen alumnos de primaria. No obstante, en ocasiones se desarrollan actividades dirigidas a promover la enseñanza de las ciencias que comienzan en etapas más tempranas. En Noruega, el concurso “Premio de Semillas de las Ciencias” (*Forskerfrøprisen*), organizado anualmente por el Centro Noruego para la Enseñanza de las Ciencias, está especialmente dirigido a niños de escuelas infantiles. Las escuelas infantiles que solicitan el premio son aquellas que demuestran buenas prácticas en lo que respecta a la estimulación de la exploración científica y que “mantienen la curiosidad, la capacidad de maravillarse y la atención de los niños” a la hora de impartir materias de ciencias en la escuela infantil⁽¹¹¹⁾.

2.3. Medidas para fomentar en los jóvenes la elección de carreras científicas mediante una orientación específica

El pobre o decreciente interés de los estudiantes por el ámbito de las ciencias y la relativamente escasa elección de materias de ciencias a nivel universitario son motivo de preocupación entre los responsables políticos a nivel europeo (Comisión Europea, 2007). Los estudios sobre las actitudes y percepciones de los estudiantes concluyen que los estudiantes no comprenden la relevancia que tiene el estudio de las ciencias para sus futuras vidas laborales (Bevins, Brodie y Brodie, 2005; Cleaves, 2005). Por otro lado, a menudo tienen percepciones un tanto estereotipadas o limitadas de las carreras de ciencias, o incluso desconocen totalmente lo que significa ser un científico o un ingeniero (Ekevall *et al.*, 2009; Krogh y Thomsen, 2005; Lavonen *et al.*, 2008; Roberts, 2002). Como consecuencia, la mayoría de los estudiantes de Europa no aspira a ser científico o ingeniero (Sjøberg y Schreiner, 2008). Las cuestiones de género también afectan a la elección de la carrera, de modo que las chicas están mucho menos interesadas en elegir carreras de ciencias (Furlong y Biggart, 1999; Schoon, Ross y Martin, 2007; van Langen, Rekers-Mombarg y Dekkers, 2006).

Además de garantizar una enseñanza de las ciencias contextualizada (véase capítulo 3), hay distintas sugerencias para hacer frente a esta situación, entre las que se incluyen invitar a expertos de ámbitos científicos a los centros educativos, organizar visitas a centros de trabajo y ofrecer servicios específicos de orientación y asesoramiento profesional. Los estudios llevados a cabo con el alumnado indican que los profesionales de las ciencias podrían brindar información valiosa sobre las posibles carreras de ciencias, así como actuar de modelos positivos para los estudiantes (Bevins, Brodie y Brodie, 2005; Lavonen *et al.*, 2008; Roberts, 2002).

En lo que respecta a la orientación profesional, la investigación encuentra que, a menudo, los propios orientadores no están bien informados sobre las carreras de ciencias, de modo que no cuentan con las herramientas necesarias para aconsejar a los estudiantes sobre estas cuestiones (Lavonen *et al.*, 2008; Roger y Duffield, 2000). Resulta pues fundamental potenciar una orientación profesional de alta calidad en los centros educativos, prestando especial atención a las necesidades de las chicas. Los orientadores profesionales

⁽¹⁰⁹⁾ http://www.latvenergo.lv/portal/page?_pageid=73,1331002&_dad=portal&_schema=PORTAL

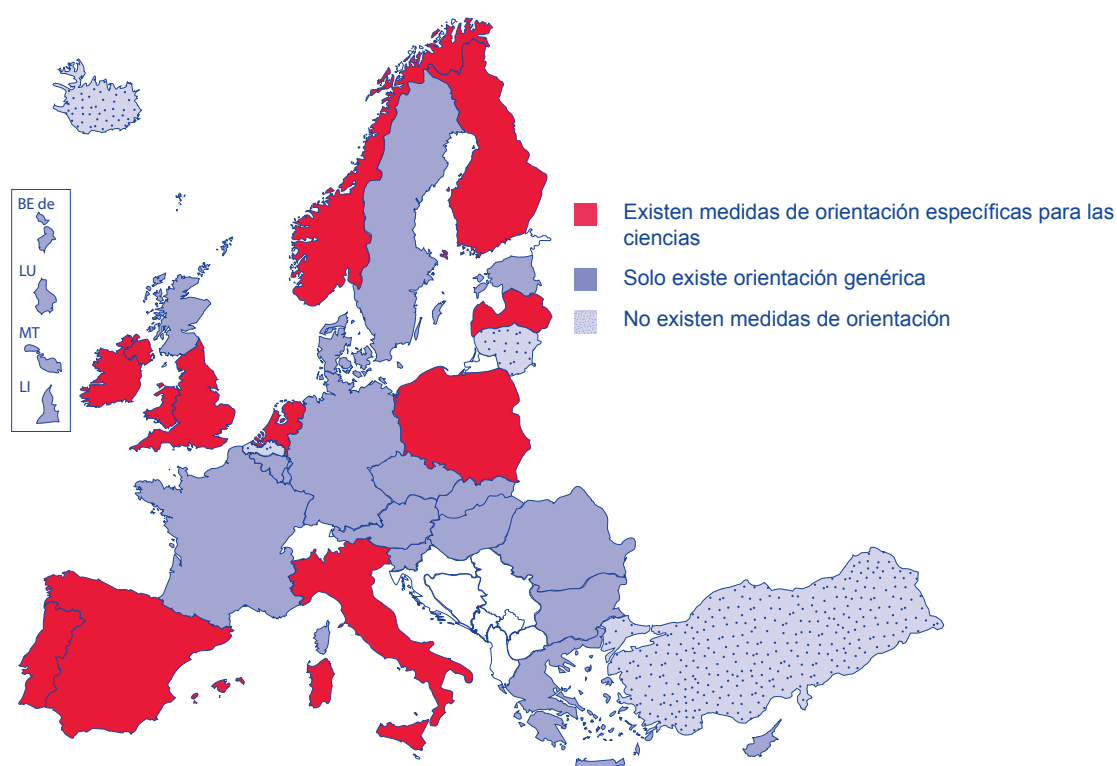
⁽¹¹⁰⁾ <http://www.britishtscienceassociation.org/web/AboutUs/index.htm>

⁽¹¹¹⁾ http://www.naturfagsenteret.no/c1557812/artikkel/vis.html?tid=1514469&within_tid=1557824

tienen que saber cómo contrarrestar la percepción de que las ciencias son una actividad masculina, y deben ser capaces de convencer a las chicas para que comprendan que, contrariamente a lo que suelen pensar, elegir una carrera de ciencias no supone ninguna merma en su feminidad (Roger y Duffield, 2000). Esta última sugerencia se basa en la hipótesis de que la identidad juega un papel importante en la elección profesional, y en que el hecho de que las ciencias se consideren como una disciplina masculina contribuye a disminuir el interés de las mujeres por ellas (Brotman y Moore, 2007; Gilbert y Calvert, 2003).

Hay, por lo tanto, una necesidad de orientación educativa y profesional específica para el ámbito de las ciencias y, a la vez, sensible a la dimensión de género. Tal orientación debe estar dirigida a incrementar la motivación y favorecer el interés de las chicas y los chicos por las materias y carreras de ciencias.

◆◆◆ **Gráfico 2.3: Medidas específicas de orientación para potenciar la elección de carreras de ciencias en estudiantes de CINE 2 y 3 en Europa, 2010/11**



Fuente: Eurydice.

Nota específica de los países

Italia: las medidas de orientación específica son únicamente para alumnos de CINE 2.



Como muestra el gráfico 2.3, la orientación profesional sobre las las carreras de ciencias se incluye, en la mayoría de los países europeos, en el marco de una orientación más genérica. En estos países son los centros educativos u otros órganos relacionadas quienes tienen que garantizar unos servicios de orientación educativa y profesional. Deben facilitar información y asesoramiento a los estudiantes y a sus padres sobre la disponibilidad de diferentes itinerarios educativos y opciones de carrera. Además, en algunos países existen varios proyectos o iniciativas a pequeña escala cuyo objetivo es incrementar el interés de los alumnos por las ciencias.

En **Dinamarca**, la Universidad de Copenhague ofrece la posibilidad de recibir formación práctica en determinadas empresas.

En **Estonia**, la Unidad de Popularización de las Ciencias gestiona el programa 'TeaMe', que tiene como principal objetivo potenciar el interés de los jóvenes por las carreras de ciencias y tecnología (véase el apartado 2.2 para consultar proyectos similares).

En **Austria**, la "Generación Innovación" ⁽¹¹²⁾, una iniciativa del Ministerio de Transporte, Innovación y Tecnología y del Ministerio de Educación, Arte y Cultura, pretende aumentar el interés de niños y jóvenes hacia la investigación y la innovación científica y tecnológica. Una de las tres principales actividades de la iniciativa consiste en ayudar a los estudiantes a participar en estancias en empresas. La actividad *ForschungsScheck* (bono de investigación) ofrece becas para proyectos de ciencias innovadores desde el nivel de infantil hasta la secundaria superior.

En los casos en que existen medidas de orientación específicas sobre las materias y las carreras científicas, estas suelen dirigirse a chicas y chicos de los niveles de educación secundaria inferior y superior. La principal razón argumentada por estos países para desarrollar una orientación específica sobre las ciencias hace referencia a la necesidad de evitar una posible escasez de personal científico cualificado a través del incremento del número de estudiantes que eligen materias relacionadas con las ciencias. Por regla general, uno de los objetivos principales es incrementar el número de jóvenes que eligen materias y carreras de ciencias mediante la mejora de su interés hacia las ciencias. En determinados países (por ejemplo, los Países Bajos y Polonia), este objetivo está explícitamente ligado a los objetivos de la Estrategia de Lisboa. Noruega subraya la importancia de la competencia en matemáticas, ciencias y tecnología para la solución de los desafíos globales relacionados con la energía y el cambio climático, la salud, la pobreza y el empoderamiento.

Dependiendo del país, estas medidas adoptan distintos formatos, ya sea como programas (como en el caso de España) o en forma de proyectos (como en Italia) de nivel regional o nacional, y en ellas participan distintos estamentos, como autoridades educativas a nivel nacional y/o regional, centros educativos, instituciones de educación superior (HEIs) y sus estudiantes, profesores y académicos, y también empresarios. El contenido de los programas y/o proyectos también varía de un país a otro. En la mayoría de los casos las actividades consisten en visitas a universidades, visitas de estudio a lugares de trabajo, interacciones con profesores de universidad, estudiantes y/o empresas. A menudo se incluyen la exposición a modelos y las tutorías. Los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar el conocimiento que han adquirido en el centro escolar a situaciones reales de trabajo o en actividades de investigación. Asimismo, se ofrece apoyo a centros educativos y a los docentes para que pongan en marcha innovaciones pedagógicas que animen a los estudiantes a elegir carreras científicas.

En **España**, las vocaciones científicas, la innovación y el espíritu emprendedor se potencian a través de dos programas nacionales diferentes. El "Programa de Cultura Científica y de la Innovación" se gestiona desde la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, una agencia perteneciente al Ministerio de Ciencia e Innovación y al Ministerio de Educación.

En el segundo programa, denominado "Campus Científicos de Verano", participan diez universidades de seis Comunidades Autónomas: Andalucía, Asturias, Cantabria, Cataluña, Galicia y Madrid. En este caso, se pretende estimular el interés de los estudiantes por las ciencias, la tecnología y la innovación. Se ofrecen becas especialmente para alumnos que han demostrado unas aptitudes especiales para las ciencias en el cuarto (último) año de la educación secundaria inferior y en el primer año de la secundaria superior (Bachillerato). Las actividades que se proponen dentro de este programa permiten a los estudiantes tener una primera experiencia investigadora a través de su participación en proyectos científicos diseñados y dirigidos por profesores universitarios, en colaboración con profesores de los centros de secundaria.

El proyecto *Rutas Científicas* ⁽¹¹³⁾ lleva funcionando desde 2006 bajo la responsabilidad del Ministerio de Educación, en cooperación con las Consejerías de Educación de las Comunidades Autónomas. Aquí, los estudiantes de secundaria superior

⁽¹¹²⁾ <http://www.generationinnovation.at/>

⁽¹¹³⁾ <http://www.educacion.es/horizontales/servicios/becas-ayudas-subsenciones/centros-docentes-entidades/no-universitarios/becas-rutas-cientificas.html>. Existe información específica sobre Andalucía en esta página web: http://www.juntadeandalucia.es/educacion/nav/contenido.jsp?pag=/Contenidos/OEE/planesyprogramas/PROGRAMASEDUCATIVOS/VIAJES_ESCOLARES/CIENTIFICAS

que estudian materias de ciencias tienen la oportunidad de participar en estancias cortas, de una semana de duración, en laboratorios, centros de investigación, empresas tecnológicas, parques naturales o museos de ciencias. El objetivo es complementar el conocimiento científico adquirido en el aula, descubriendo su aplicación y utilidad en la vida cotidiana. En el curso 2010/11 cerca de 1.500 estudiantes participaron en este programa.

A nivel regional, el programa de colaboración anual entre los centros de secundaria (CINE 2 y 3) y la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza pretende ofrecer a los alumnos de primero y segundo de Bachillerato la oportunidad de familiarizarse con la facultad de ciencias. Los candidatos seleccionados pasan una semana en los departamentos de la facultad para aprender y participar en tareas de investigación. Los estudiantes también participan en ciclos de conferencias y exposiciones a lo largo del año, y los profesores universitarios que visitan los centros de secundaria les pueden servir como modelos.

En **Italia** el proyecto “Grados Científicos” (*Il Progetto Lauree Scientifiche*) es fruto de la colaboración entre el Ministerio para las Universidades y la Educación, la Conferencia Nacional de Decanos de Ciencia y Tecnología (*Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze e Tecnologie*) y la Federación Industrial (*Confindustria*). El proyecto comenzó en 2004, inicialmente con el propósito de incrementar el número de estudiantes en los grados de química, física y matemáticas. Entre 2005 y 2009 participaron en las distintas actividades cerca de 3.000 centros educativos y 4.000 profesores de secundaria, así como alrededor de 1.800 profesores de universidad. Con el apoyo del Comité Técnico Científico (*Comitato Tecnico Scientifico – CTS*) del Ministerio se ha creado una red para mantener en contacto a los participantes a nivel nacional, regional y local.

En **Letonia**, el proyecto “Ciencia y Matemáticas” ⁽¹¹⁴⁾ ofrece diferentes iniciativas dirigidas a centros educativos y estudiantes. Formando parte de este proyecto se celebra el evento “Piensa Diferente – ¡Involúcrate Más en Ciencias y Matemáticas!”. En este evento, de dos días de duración, los estudiantes tienen la ocasión de conocer a científicos letones y visitar diversos laboratorios y compañías industriales. Esta nueva iniciativa se inició en agosto de 2009 y se volverá a realizar.

En los **Países Bajos**, la plataforma *Bèta Techniek* ⁽¹¹⁵⁾, patrocinada por el gobierno y los sectores educativo e industrial, lleva a cabo el programa *JetNet* (Red para la Juventud y la Tecnología – *Youth and Technology Network*). Se trata de un programa permanente dirigido a la educación secundaria que supone una contribución importante a los esfuerzos por animar a los estudiantes para que elijan carreras científicas. Las empresas de la red *Jet-Net* ayudan a los centros educativos a mejorar el atractivo de su currículo de ciencias mediante diferentes actividades, a la vez que favorecen que los alumnos tengan un mejor conocimiento de las perspectivas futuras que les ofrecen las carreras relacionadas con la industria y la tecnología. Los eventos nacionales más importantes organizados en el marco del programa son: el Día de la Carrera Universitaria *Jet-Net*, el Día Nacional de los Profesores *Jet-Net* y el Día de las Chicas (con 25 empresas participantes). Por otro lado, se ha desarrollado un catálogo de programas y actividades de menor nivel en el que se incluyen actividades tutorizadas, actividades de investigación asistida por empresas, conferencias, reuniones con expertos y talleres para docentes.

En **Polonia**, el programa gubernamental “Solicitud de campos de estudio”, iniciado en 2008, se dirige principalmente a estudiantes de los departamentos de ciencias, matemáticas y tecnología (CINE 4 y 5). No obstante, en el marco de las actividades del programa hay instituciones de educación superior (HEIs) y universidades que organizan de forma individual actividades de promoción en campos científicos dirigidas a sus futuros estudiantes, es decir, a alumnos de secundaria inferior y superior (CINE 2 y 3). Se organizan festivales y picnics de ciencias en los que las HEIs y las universidades presentan sus actividades y sus logros. Durante los días de puertas abiertas de la universidad, los futuros estudiantes reciben información sobre los cursos que ofrece la institución y también se les permite participar en reuniones, conferencias y talleres con profesores y estudiantes universitarios. La Facultad de Física de la Universidad de Varsovia, en colaboración con la Asociación Polaca de Física y la ciudad de Varsovia, organizan la Escuela de Verano de Física ⁽¹¹⁶⁾, que puede considerarse como ejemplo de buenas prácticas.

En el **Reino Unido**, el Centro de Educación Científica (CSE) de la Universidad Sheffield Hallam desarrolla el Programa de Acción para las Carreras, dirigido a alumnos de entre 11 y 16 años. El CSE, bajo el lema “entusiasmar a los estudiantes, equipar a los

⁽¹¹⁴⁾ http://www.dzm.lv/skoleniem/events_for_students

⁽¹¹⁵⁾ www.platformbetatechniek.nl or www.deltapunt.nl

⁽¹¹⁶⁾ <http://www.fuw.edu.pl/wo/lsf/> (in PL)

profesionales, apoyar a los trabajadores” elaboró y puso en circulación una amplia gama de recursos que sirven como apoyo al currículo, a los orientadores profesionales y a la formación permanente. Al mismo tiempo se desarrolló una campaña de comunicación publicitaria en televisión y cine.

En el **Reino Unido (Irlanda del Norte)**, el Departamento de Educación inició en 2008 el programa de Educación, Información, Orientación y Asesoramiento sobre las carreras STEM (*STEM careers Education, Information, Advice and Guidance - CEIAG*), con el objetivo de mejorar el conocimiento y la comprensión de los jóvenes sobre el acceso a las carreras que requieren una formación previa de materias STEM. Este trabajo se centra en desarrollar materiales para formar a los jóvenes sobre las carreras STEM y los beneficios que supone la búsqueda de empleo en estas áreas.

En **Noruega**, el Ministerio de Educación inició el programa de motivación a nivel nacional ENT3R⁽¹¹⁷⁾, coordinado y evaluado por el Centro Nacional de Captación para las Ciencias y la Tecnología (RENATE). En este programa los jóvenes de entre 15 y 18 años conocen a estudiantes de universidades y escuelas universitarias que ejercen como tutores. Los tutores deben funcionar como un modelo a seguir, y tener la habilidad para conseguir el objetivo de que las ciencias y la tecnología sean más atractivas para los adolescentes y animarles en la elección de su formación y su carrera. Por otro lado, la página web de RENATE ofrece una base de datos de “Modelos a Seguir” que recoge los perfiles de una gran variedad de personas con formación científica o tecnológica. Desde 2011, existe la posibilidad de reservar un “modelo a seguir” para que haga una visita al centro escolar. Otra actividad que se propone dentro del programa ENT3R son las exposiciones mensuales que realizan las empresas relacionadas con la ciencia y la tecnología a los alumnos y estudiantes sobre la relevancia e importancia de la enseñanza de las matemáticas y las ciencias. También permite que los alumnos conozcan a futuros empresarios.

Como se ha mencionado al principio de esta sección, existe una necesidad específica de compensar las diferencias de género en las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias así como en su motivación para estudiar estas materias, ya que las chicas están mucho menos interesadas en elegir carreras científicas. No obstante, estas cuestiones no suelen tratarse de forma explícita en las medidas de orientación sobre las ciencias que existen en la actualidad. Son pocos los países que han desarrollado programas específicos de orientación sobre las ciencias que se centren en las jóvenes, y/o que hayan integrado iniciativas de orientación para las mujeres dentro de los programas o proyectos de orientación de ciencias.

En **Alemania**, el Pacto Nacional para las Mujeres en carreras MINT (matemáticas, informática, ciencias naturales y tecnología) llamado “¡Adelante MINT!” (*Go MINT!*)⁽¹¹⁸⁾, que se inició en 2008, pretende interesar a las alumnas en las materias MINT ofreciéndoles apoyo para la decisión sobre su itinerario educativo y facilitándoles contactos con el entorno laboral. En uno de los numerosos proyectos de *Go MINT*, llamado “Cibermentor”, las mujeres que trabajan en carreras MINT se ponen en contacto con las estudiantes por e-mail para contestar a preguntas sobre temas MINT. En otros proyectos, como el “Prueba MINT”, las mujeres que han terminado la educación secundaria tienen la oportunidad de evaluar su capacidad para las áreas de estudio MINT. Son varios los participantes implicados en proyectos MINT (para más información, véase el apartado 2.2).

En **Francia**, donde la necesidad de despertar vocaciones científicas, especialmente entre las chicas, está recogida en el marco general para la orientación (*socle commun*), en la *Académie de Versailles* se inició en 2002 un pequeño proyecto, denominado “Para las Ciencias” (*Pour les Sciences*)⁽¹¹⁹⁾. Su objetivo es tanto motivar a los jóvenes, especialmente a las chicas, para que elijan carreras científicas, como apoyar cualquier iniciativa en el campo de las ciencias y la tecnología.

En los **Países Bajos**, las chicas de educación primaria y secundaria constituyen uno de los grupos objetivo que se describen en el marco de la plataforma *Bèta Techniek*. Su finalidad es favorecer que las chicas tomen conciencia de sus propios talentos y que tengan experiencias positivas con las ciencias. Algunas acciones específicas del programa *Jet-Net* (como el Día de las Chicas, mencionado anteriormente) se centran especialmente en las chicas, a las que se les ofrecen modelos a seguir, así como una visión más amplia de las oportunidades de las carreras de ciencias.

⁽¹¹⁷⁾ <http://www.renatesenteret.no/ent3r/h>

⁽¹¹⁸⁾ www.komm-mach-mint.de

⁽¹¹⁹⁾ <http://www.pourlessciences.ac-versailles.fr/>

En **Finlandia**, el proyecto GISEL (*gender issues, science education and learning* –cuestiones de género, enseñanza y aprendizaje de las ciencias), desarrollado por el Departamento de Ciencias Aplicadas de la Educación en la Universidad de Helsinki, ha tratado de identificar formas de influir sobre las actitudes de las chicas hacia las ciencias y la tecnología a la hora de elegir una carrera, así como de influir sobre las actitudes de los profesionales involucrados. En la práctica, dentro del marco del proyecto y en colaboración con los profesores, se han desarrollado métodos para impartir las ciencias que demuestran el atractivo de las mismas y que favorecen el interés de los jóvenes por las ciencias, especialmente el de las chicas. Se pretende motivarles para estudiar ciencias y para elegir cursos avanzados de ciencias en la educación secundaria superior.

En el **Reino Unido** existen iniciativas nacionales para contrarrestar el desequilibrio de género en las ciencias y en la ingeniería. Uno de los más conocidos es Mujeres en la Ciencia, la Ingeniería y la Construcción (*Women into Science, Engineering and Construction–WISE*). La campaña *WISE* cuenta con la colaboración de una gran diversidad de agentes con el objetivo de animar a las chicas en edad escolar a valorar las ciencias y proseguir sus estudios en cursos de ciencias, tecnología, ingeniería y construcción en el centro educativo o en las escuelas universitarias, así como en las carreras universitarias relacionadas con estos ámbitos ⁽¹²⁰⁾.

En **Noruega**, la falta de autoestima de las chicas en las áreas de matemáticas y ciencias constituye una de las razones que impulsó el proyecto ENT3R (mencionado anteriormente). “Las Chicas y la Tecnología” es otro proyecto de cooperación de la Universidad de Agder (UiA). Desde 2004, este proyecto ha llevado cada año a cientos de chicas de centros educativos de secundaria inferior y superior desde los condados de Agder a la Universidad de Agder para que disfrutaran de un día de aventura tecnológica. “Las Chicas y la Tecnología” ofrece a las chicas la oportunidad de conocer modelos femeninos pertenecientes al mundo del comercio y la industria; se les enseña trabajo de laboratorio y se les entretiene con un espectáculo de ciencias y actuaciones musicales. La UiA se ha beneficiado directamente de esta orientación sobre las carreras a través de un incremento significativo del número de mujeres que solicitan estudios de ingeniería y tecnología. En 2004, 45 chicas iniciaron estudios de ingeniería en la UiA; en 2008, tras cuatro años dirigiéndose a las chicas como grupo destinatario en general, y a las chicas y la tecnología en particular, este número aumentó hasta 114.

El proyecto *Realise*, iniciado en 2010, pretende poner en práctica medidas para incrementar la captación de chicas en los ámbitos de ciencias. El grupo objetivo del proyecto son los cursos 8º y 13º. Las medidas se dirigen a estudiantes, profesores, orientadores, administradores y propietarios de los centros educativos. La atención se pone en la captación de chicas para las ciencias, especialmente las matemáticas, la física, la tecnología, las ciencias de la tierra, y las TIC (tecnologías de la ciencia y la información) ⁽¹²¹⁾.

2.4. Acciones de apoyo para el alumnado de altas capacidades en las materias de ciencias

Nueve países dedican una especial atención a los alumnos con altas capacidades en las materias científicas o que muestran un especial interés hacia ellas. Las acciones de apoyo sobre las que estos países han ofrecido información consisten en el diseño y la oferta de actividades especialmente adaptadas a las necesidades de estos estudiantes. Se trata de estimularles para que mantengan su interés por el estudio de las materias científicas y fomentar que elijan estas materias para sus estudios y carreras posteriores. Muchas de estas actividades tienen carácter extraescolar y se llevan a cabo durante las pausas lectivas, después de la jornada escolar o durante las vacaciones escolares.

Dinamarca, España y el Reino Unido son los únicos países que cuentan con directrices o normativa específicas sobre apoyo para alumnos de altas capacidades.

En **Dinamarca**, la legislación educativa exige la organización de actividades específicas para alumnos de altas capacidades en el nivel de secundaria superior. Las pautas para los centros educativos contienen ejemplos de cómo apoyar a alumnos de altas

⁽¹²⁰⁾ <http://www.wisecampaign.org.uk>

⁽¹²¹⁾ <http://www.naturfagsenteret.no/c1515373/prosjekt/vis.html?tid=1514707>

capacidades de forma individual o grupal. Esto incluye una oferta de actividades extracurriculares dedicadas a la enseñanza de las ciencias. Los estudiantes y la institución educativa deciden conjuntamente a qué materias de ciencias se dedicarán las actividades ⁽¹²²⁾.

En **España**, la ley orgánica de educación (LOE) de 2006 establece que los alumnos con un talento y motivación especiales deben recibir una atención adecuada a sus necesidades educativas. Como consecuencia, las autoridades educativas de las Comunidades Autónomas deben adoptar las medidas necesarias y desarrollar planes de acción para satisfacer esas necesidades.

El **Reino Unido** (Inglaterra, Gales e Irlanda del Norte) cuenta con políticas y directrices para el apoyo a los alumnos de altas capacidades ⁽¹²³⁾. En Irlanda del Norte la orientación recoge pautas específicas relativas a la enseñanza de las ciencias ⁽¹²⁴⁾.

En otros países, las medidas de apoyo para estudiantes de altas capacidades se encuadran en el marco más amplio de un programa o de un proyecto.

En **Bulgaria**, uno de los dos módulos ofertados dentro del programa “Cuidando a Cada Alumno” ofrece a los alumnos de altas capacidades una formación en ciencias desde el 5º al 12º curso con vistas a prepararlos para su participación en competiciones escolares. El módulo cuenta con 50 clases por año. Las materias en cuestión son la física y la astronomía, la química, la protección medioambiental, la biología y la educación para la salud. El módulo se imparte en centros educativos después de la jornada lectiva normal o durante el fin de semana.

En la **República Checa** se están desarrollando actualmente dos proyectos importantes a iniciativa del Instituto Nacional de Niños y Jóvenes perteneciente al Ministerio de Educación, Cultura y Deportes (*Národní institut dětí a mládeže Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy – NIDM*) ⁽¹²⁵⁾.

En el primero, “Sistema de Apoyo para el Desarrollo de los Niños con Talento en Campos Científicos y Técnicos” ⁽¹²⁶⁾, el NIDM trabaja en estrecha colaboración con expertos externos en el desarrollo de un estudio dirigido a empresarios que pretenden sondear su disposición para participar en el desarrollo de estudiantes con altas capacidades e interés en las ciencias y la tecnología. Se analizan con detalle los requisitos que los empresarios buscan en estos jóvenes en tanto que futuros trabajadores en sus empresas. El objetivo es determinar, entre otras cosas, las condiciones y la disponibilidad de los empresarios para apoyar el trabajo con alumnos de altas capacidades.

El otro proyecto, *Talnet* ⁽¹²⁷⁾, tiene como objetivo a jóvenes de entre 13 y 19 años con altas capacidades que estén interesados en las ciencias. El proyecto pretende identificar a los estudiantes de altas capacidades y ofrecerles un incremento sistemático de sus oportunidades educativas en el ámbito de las ciencias naturales y la tecnología. También se ofrece un entorno virtual especialmente diseñado para satisfacer las necesidades de estos estudiantes. *Talnet* colabora con especialistas de la industria, profesores, padres y psicólogos. Aunque el proyecto se ofrece bajo los auspicios del NIDM, es el Departamento de Enseñanza de Física perteneciente a la Facultad de Matemáticas y Física de la Universidad Charles de Praga quien lo desarrolla.

En **Estonia**, el Centro para el Desarrollo de Capacidades y Talentos (GTDC) de la Universidad de Tartu ⁽¹²⁸⁾ ha desarrollado y recopilado recursos metodológicos que sirven de apoyo al aprendizaje individualizado en el aula y que también son útiles para actividades extracurriculares, por ejemplo, los concursos en los centros educativos. El principal objetivo de GTDC es ofrecer oportunidades y posibilidades para el desarrollo de los alumnos que demuestran un mayor interés en las ciencias. El GDTC

⁽¹²²⁾ <http://www.uvm.dk/Uddannelse/Gymnasiale%20uddannelses/Love%20og%20regler/Bekendtgørelser.aspx>

⁽¹²³⁾ Véase por favor más información sobre *Effective Provision for Gifted and Talented Children in Secondary Education* (Oferta eficaz para alumnos de altas capacidades en la educación secundaria) en <https://www.education.gov.uk/publications/standard/publicationDetail/Page1/DCSF-00830-2007>. Véase también, en referencia a Gales, el documento *Quality Standards in Education for More Able and Talented Pupils* (Estándares de calidad en la educación para alumnos de altas capacidades), disponible en <http://wales.gov.uk/topics/educationandskills/publications/circulars/qualitystandardseducation/?lang=en>

⁽¹²⁴⁾ http://www.nicurriculum.org.uk/docs/inclusion_and_sen/gifted/Gifted_and_Talented.pdf

⁽¹²⁵⁾ <http://www.nidm.cz/cs/>

⁽¹²⁶⁾ <http://www.nidm.cz/projekty/priprava-projektu/perun/system-podpory-kognitivne-nadanych-deti>

⁽¹²⁷⁾ www.talnet.cz

⁽¹²⁸⁾ <http://www.teaduskool.ut.ee/>

ofrece tanto las instalaciones para enriquecer el conocimiento de los alumnos más allá del currículo educativo normal como los recursos que necesitan para hacer un uso provechoso de su tiempo libre. El GDTC organiza cursos de enriquecimiento en varios ámbitos de MCT: matemáticas, física, química y ciencias de la vida. En el año escolar 2009/10, 1.450 estudiantes participaron en 36 cursos. Estas actividades fueron financiadas principalmente por el Ministerio de Educación e Investigación.

En los **Países Bajos**, en 2005 se puso en marcha un programa de investigación interdisciplinar llamado “Mentes Curiosas” (*TalentenKracht*)⁽¹²⁹⁾, con el objetivo de rastrear, cuidar y desarrollar el talento de los niños de edades comprendidas entre tres y seis años en el ámbito de STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas). El programa “Mentes Curiosas” no sólo consta de actividades de investigación científica realizadas en varias universidades holandesas, sino que también se centra en la influencia de los entornos sociales de los niños, especialmente en lo que se refiere a sus padres. “Mentes Curiosas” está respaldado por el Ministerio holandés de Educación y el programa VTB (“Ampliando la Tecnología en la Educación Primaria), que forma parte de la plataforma *Bèta Techniek* (véase el apartado 1.1).

En **Polonia**, el Ministerio de Educación Nacional declaró el curso 2010/11 como el “Año del Descubrimiento de Talentos” (*Rok Odkrywania Talentów*)⁽¹³⁰⁾, en el que estaban incluidos los ámbitos de las ciencias naturales y de la investigación. Durante la implementación de esta iniciativa el Ministerio de Educación Nacional concedió la categoría de “Centro de Descubrimiento de Talentos” a varias instituciones educativas. Actualmente el Centro para el Desarrollo Educativo (*Ośrodek Rozwoju Edukacji*)⁽¹³¹⁾ continúa con la iniciativa.

En **Turquía**, los *Bilim ve Sanat Merkezleri* (Centros de Ciencias y Artes) tienen el cometido de ofrecer apoyo adicional a estudiantes de altas capacidades de centros educativos de primaria y secundaria. Mediante una educación suplementaria estos centros pretenden alcanzar los objetivos clave de mejora. Por otro lado, los estudiantes matriculados en opciones de ciencias en el nivel de secundaria superior pueden estudiar ciencias y matemáticas con un nivel más avanzado en su educación.

En Dinamarca, España y Polonia hay medidas de apoyo para estudiantes de altas capacidades dirigidas específicamente al nivel de secundaria superior en el momento en que los estudiantes tienen que escoger sus futuros itinerarios educativos.

En **Dinamarca**, el proyecto “Científicos Incipientes” (*Forskerspiger*)⁽¹³²⁾ está dirigido a alumnos de altas capacidades del nivel CINE 3 que quieren adquirir experiencia en el mundo de la investigación. La Universidad de Copenhague gestiona el proyecto mientras que el Ministerio de Educación y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación lo respaldan económicamente. Un vez iniciado el proyecto en 1998 cada año se ofrecen voluntarios para participar en él entre 60 y 80 centros educativos, y han sido admitidos en el programa entre 120 y 180 estudiantes. El proyecto aspira a que los estudiantes de altas capacidades puedan experimentar la investigación y pretende desmitificar el trabajo de las universidades. Los alumnos participan en este proyecto durante casi un año y tienen tiempo para centrarse sobre un tema en particular, visitar universidades, participar en seminarios, estar en contacto cercano con un investigador que hace el papel de tutor y obtener una formación sobre el trabajo científico sobre una materia específica.

En **España**, la Comunidad Autónoma de la región de Murcia puso en marcha un proyecto piloto de investigación en 2007 que se ha consolidado ahora en el proyecto “Bachillerato Excelente”⁽¹³³⁾. En este proyecto se aplican diferentes métodos didácticos, de forma que en todas las materias se optimizan la investigación, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, la práctica de laboratorio y el trabajo de campo. El proyecto se dirige a dos de las modalidades del Bachillerato: el de ciencia y tecnología, y el de humanidades y ciencias sociales. El objetivo principal es facilitar a los alumnos una formación de excelencia y un conocimiento más riguroso de varias materias, así como familiarizarles con la metodología de investigación de forma práctica y agradable. Pueden cursar este Bachillerato estudiantes que completan los estudios de 4º de la ESO (Educación Secundaria

⁽¹²⁹⁾ <http://www.talentenkracht.nl/>

⁽¹³⁰⁾ <http://www.roktalentow.men.gov.pl/projekt-strona-glowna>

⁽¹³¹⁾ <http://www.ore.edu.pl/odkrywamytalenty>

⁽¹³²⁾ <http://forskerspiger.ku.dk/>

⁽¹³³⁾ [http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=4772&IDTIPO=100&RASTRO=c1635\\$m](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=4772&IDTIPO=100&RASTRO=c1635$m)

Obligatoria) con buenas notas y que están motivados para mejorar su aprendizaje personal. En otras Comunidades Autónomas existen proyectos similares, como, por ejemplo, Madrid ⁽¹³⁴⁾.

En **Polonia**, la Oficina de Educación de la Ciudad de Varsovia, con el apoyo de la Red de Varsovia para el Apoyo de Alumnos con Talento (*Warszawski System Wspierania Uzdolnionych*), ha puesto en marcha un programa para el período 2008 -2012 ⁽¹³⁵⁾ que incluye un módulo dedicado a las matemáticas y las ciencias para estudiantes de altas capacidades del nivel CINE 3. El módulo consiste en clases extracurriculares impartidas por profesores de los centros educativos de Varsovia.

Los Países Bajos y Hungría han abordado el tema de los estudiantes de altas capacidades, así como de los que tienen un elevado nivel de motivación a través de la puesta en marcha de programas nacionales que tienen como objetivo establecer redes entre centros escolares y otros agentes en todos los niveles de educación, incluyendo la primaria.

En **los Países Bajos**, el programa Orion ⁽¹³⁶⁾ para alumnos de altas capacidades de primaria tiene como objetivo fomentar la creación de núcleos regionales de ciencias. Un núcleo básico de ciencias está compuesto por una universidad, varios centros de educación básica y un órgano intermediario como puede ser un centro de formación permanente del profesorado o un centro especializado en ciencias. El objetivo que subyace a la creación de un núcleo de ciencias es el de ofrecer un abanico de actividades relevantes y desarrollar paquetes educativos para alumnos de primaria con la finalidad de incrementar aún más su interés en las ciencias. Se ofrecen varias actividades, incluyendo cursos para profesores, desarrollo de metodologías y materiales didácticos, clases impartidas por científicos para los estudiantes, estancias y campamentos educativos.

En **Hungría**, el Programa Nacional de Talento ⁽¹³⁷⁾ esta también dirigido a niños y jóvenes (CINE 0 a 3) de altas capacidades en ciencias. La institución central es el Consejo Nacional de Apoyo al Talento (*Nemzeti Tehetségsegítő Tanács*), cuya función es la de promover y respaldar organizaciones e iniciativas que tengan que ver con la identificación, la selección y el apoyo a jóvenes con altas capacidades de Hungría y del exterior. El programa está basado en una red conformada por varias organizaciones, como centros educativos y ONGs. La financiación procede de la Unión Europea, la cofinanciación nacional y el Fondo Nacional para el Talento (que se nutre del presupuesto central), el fondo del mercado laboral y fondos del sector privado. Las actividades fundamentales del programa incluyen el apoyo a la formación permanente de los profesores de ciencias y el desarrollo del talento en el campo de la enseñanza de las ciencias. Se ofrecen cursos de formación de corta duración para profesores y psicólogos, así como para el personal de la red de talentos de los centros educativos, ONGs, etc.

Resumen

En conclusión, este recorrido por las estrategias y políticas para la promoción de la enseñanza de las ciencias revela que sólo un pequeño número de países ha puesto en marcha marcos estratégicos globales. Allí donde existen, estos marcos se articulan a través de un cierto número de ejes de acción y comprenden diferentes programas y proyectos de menor escala. Aunque se organizan de forma diferente en cada país, en la mayoría de los casos cuentan con un gran número de participantes. Los objetivos recogidos en estas estrategias están o bien ligados a objetivos educativos más amplios de la sociedad en general, o centran su atención de manera evidente en los centros educativos. Las áreas que suelen considerarse importantes y con necesidad de mejora en el ámbito de la educación escolar son el currículo, la metodología didáctica y la formación del profesorado.

Las colaboraciones a nivel de centro educativo en el área de la enseñanza de las ciencias se organizan de muy diversas formas en los países europeos. Los colaboradores pueden variar y van desde agencias gubernamentales, instituciones de educación superior y asociaciones científicas, hasta empresas privadas.

⁽¹³⁴⁾ http://www.madrid.org/dat_capital/deinteres/impresos_pdf/InstruccionesBExcelencia.pdf

⁽¹³⁵⁾ <http://www.edukacja.warszawa.pl/index.php?wiad=3025>

⁽¹³⁶⁾ <http://www.orionprogramma.nl/>

⁽¹³⁷⁾ <http://www.tehetsegprogram.hu/node/54>

Algunas colaboraciones a nivel de centro se centran en un tema en concreto, pero la gran mayoría de ellas abarca diferentes aspectos de la enseñanza de las ciencias. Son escasas las colaboraciones que ponen su foco de atención en el objetivo de incrementar el interés de las chicas por las ciencias.

- Pese a que los implicados en las colaboraciones proceden de diferentes campos y ofrecen una contribución específica a los proyectos, a menudo suelen tener como objetivos comunes uno o más de los siguientes:
- Promover la cultura, el conocimiento y la investigación científicos a través de la familiarización de los estudiantes con los procedimientos científicos, y a través de la difusión de los resultados de la investigación científica en los centros educativos (esto también respalda el trabajo de los investigadores en el campo de la enseñanza de las ciencias).
- Conseguir que los alumnos y estudiantes comprendan para qué se usa la ciencia, en particular a través del contacto con empresas relacionadas con las áreas de ciencias.
- Reforzar la enseñanza de las ciencias a través de:
 - la mejora y el apoyo a la implementación del currículo de ciencias, así como a las materias y la metodología;
 - la oferta de formación permanente para el profesorado centrada en el trabajo práctico y el aprendizaje basado en la investigación;
 - el apoyo a los estudiantes en los centros educativos en lo que respecta a las actividades de ciencias;
- Incrementar la captación de estudiantes de MCT animando a los alumnos con altas capacidades y motivando a los estudiantes para que elijan carreras de MCT, convirtiendo la ciencia escolar en algo relevante para el mundo laboral.

Dos terceras partes de los países informan de la existencia de centros nacionales de ciencias o de instituciones análogas que tienen responsabilidades formales en el fomento de actividades científicas dirigidas a alumnos y estudiantes. Las colaboraciones a nivel de centro educativo y los centros de ciencias suelen complementarse entre ellos, puesto que comparten los propósitos y objetivos mencionados anteriormente.

La mayoría de los países no cuentan con medidas de orientación profesional específica sobre carreras científicas a nivel de estudiante individual. No obstante, en numerosos países existen programas y proyectos que tienen una dimensión orientadora e intentan llegar al mayor número posible de estudiantes.

En la mayoría de los países que tienen una estrategia para la promoción de las ciencias la orientación sobre las ciencias forma parte integral de dicha estrategia. Solo en algunos países existen iniciativas específicas dirigidas a incrementar la elección de carreras científicas por parte de las chicas.

Únicamente unos pocos países han puesto en marcha programas y proyectos específicos para ayudar a alumnos de altas capacidades y a aquellos que están particularmente motivados hacia las ciencias. Se suele ofrecer a a estos estudiantes un aprendizaje complementario y adaptado a sus necesidades bajo la forma de actividades extracurriculares. Se anima a los agentes externos a los centros educativos del ámbito de de la educación superior, de la investigación y del sector privado a que respalden estas iniciativas.

CAPÍTULO 3: LA ORGANIZACIÓN DEL CURRÍCULO Y LOS CONTENIDOS

Introducción

La forma en que se organiza la enseñanza de las materias de ciencias influye mucho en la actitud de los estudiantes hacia las ciencias y en su motivación para estudiar y, por consiguiente, en su rendimiento. Este capítulo analiza cómo se organiza la enseñanza de las ciencias en los centros educativos de Europa.

El primer apartado presenta los principales argumentos procedentes de la investigación en relación con la cuestión de si las ciencias deberían impartirse como asignaturas diferenciadas o como un programa único e integrado. Se examina la práctica actual en los países europeos en cuanto al tiempo durante el que las ciencias se imparten como materia general, y en qué países la enseñanza de las ciencias se divide posteriormente en materias diferenciadas. Por otro lado, se analizan las materias que se imparten por separado y se revisa la denominación asociada a las materias de ciencias en los distintos países.

El apartado 3.2 se centra en la contextualización de las ciencias en los centros educativos; se examinan los argumentos teóricos que sustentan este principio y se revisa la evidencia procedente de los documentos oficiales de los países europeos en los que se recogen los aspectos contextuales. En el apartado 3.3 se ofrece una revisión de las teorías y de la investigación sobre el aprendizaje de las ciencias, indicando los enfoques metodológicos que se consideran más eficaces para la enseñanza de las ciencias, acompañada de ejemplos del tipo de actividades científicas que se recomiendan en los documentos oficiales. En el apartado 3.4 se analizan brevemente las medidas que se llevan a cabo para apoyar a los estudiantes con bajo rendimiento, en tanto que el apartado 3.5 aborda la oferta de enseñanza de ciencias en la educación secundaria superior. Los dos últimos apartados ofrecen información sobre libros de texto y materiales didácticos específicos para las ciencias, así como sobre la organización de las actividades extracurriculares (apartado 3.6), antes de concluir con un repaso a las reformas de la enseñanza de las ciencias en los países europeos, tanto recientes como en curso o previstas (apartado 3.7).

3.1. La enseñanza de las ciencias como materia integrada vs. diferenciada

La enseñanza de las ciencias se inicia en primaria bajo la forma de una materia única e integrada. Sin embargo, actualmente existe un debate sobre si, en cursos posteriores, la enseñanza de las ciencias debería organizarse en distintas materias o si debería ser un programa único e integrado.

Los términos *enseñanza integrada*, *interdisciplinar*, *multidisciplinar* y *temática* se suelen emplear para describir distintos tipos de organización curricular y diferentes grados de integración. No obstante, en este estudio el término *enseñanza integrada de las ciencias* se utiliza para designar cualquier organización curricular en la que se unen elementos de dos disciplinas científicas como mínimo.

Hay varios grupos de argumentos en apoyo del enfoque integrado de la enseñanza de las ciencias. En primer lugar, la integración parece responder al “sentido común”, o tener “apariencia de validez” (Czerniak, 2007), en tanto que, en la vida real, conocimiento y experiencia no se encuentran separados en materias. Esta línea de argumentación suele poner el acento sobre la idea de que los límites tradicionales de la disciplina no reflejan las necesidades contemporáneas, y que la propia investigación científica está adquiriendo cada vez un carácter más integrado e interconectado (James *et al.*, 1997; Atkin, 1998). Una segunda línea de argumentación pone énfasis en el proceso de construcción del conocimiento. Enseñar ciencia desde un enfoque holístico y establecer conexiones entre las distintas disciplinas se considera un proceso que conduce a nuevas formas de pensamiento y conocimiento (Riquarts y Hansen, 1998), pone en conexión diferentes habilidades (Ballstaedt, 1995), desarrolla el pensamiento crítico, y da forma a una visión más global y a una comprensión más profunda (Czerniak, 2007). Finalmente, existe la creencia latente de que una enseñanza integrada resulta motivadora tanto para los docentes como para los estudiantes (St. Clair & Hough, 1992).

Notas específicas de los países

República Checa y los Países Bajos: en la práctica la enseñanza integrada de las ciencias predomina en CINE 1, y la enseñanza diferenciada, en CINE 2.

Luxemburgo: autonomía del centro en el último año de CINE 2.

Hungría: el 75 % de los centros escolares enseñan ciencias de forma integrada en CINE 1.

Reino Unido (ENG/WLS/NIR): los documentos oficiales recogen un tratamiento integrado de las ciencias, pero los centros educativos tienen autonomía para organizar su enseñanza como prefieran. En la práctica, la enseñanza integrada de las ciencias predomina en CINE 1, pero en CINE 2 hay más diversidad.

Reino Unido (SCT): Las ciencias se imparten de manera integrada en CINE 1, mientras que en CINE 2 los alumnos se especializan, pero los niveles de especialización (y el tiempo por materia) varían considerablemente.



El gráfico 3.1 ofrece un resumen de las formas habituales de organizar la enseñanza de las ciencias en la educación primaria (CINE 1) y la secundaria inferior (CINE 2). En casi todos los países europeos las ciencias se imparten como materia integrada a lo largo de toda la educación primaria. Las excepciones son Dinamarca y Finlandia, donde la división de las ciencias en varias materias comienza durante el último o los dos últimos años de CINE 1.

Por el contrario, en la educación secundaria inferior la enseñanza de las ciencias suele dividirse en materias diferenciadas. En varios países la enseñanza de las ciencias como programa integrado continúa en el nivel CINE 2, pero se divide en materias independientes al final de CINE 2 (Bélgica –Comunidad germanófona, Bulgaria, Estonia, España, Francia, Malta, Eslovenia y Liechtenstein). Únicamente en siete sistemas educativos europeos (Bélgica –Comunidades francesa y flamenca, Italia, Luxemburgo, Islandia, Noruega y Turquía) se enseñan las ciencias como materia integrada a lo largo de todo el período CINE 1 y 2.

Puesto que el paso de una enseñanza de las ciencias como materia integrada a una diferenciada no coincide nítidamente con los niveles educativos, el gráfico 3.2 ofrece esta información por cursos o años de escolaridad. En todos los países europeos, excepto Liechtenstein y Turquía, la enseñanza de las ciencias comienza en el primer curso de CINE 1. En Liechtenstein, las ciencias no se imparten durante el primer curso, mientras en Turquía la enseñanza de las ciencias comienza únicamente en el cuarto curso.

En la mayoría de los países europeos la enseñanza integrada de las ciencias dura entre 6 y 8 años. La duración de la enseñanza de las ciencias como asignatura única o general en CINE 1 y 2 va desde los cuatro años (en Austria, Rumanía, Eslovaquia y Finlandia), hasta los diez años (en Islandia y Noruega).

En algunos países conviven la enseñanza de las ciencias integrada y la diferenciada en los mismos cursos. Por ejemplo,

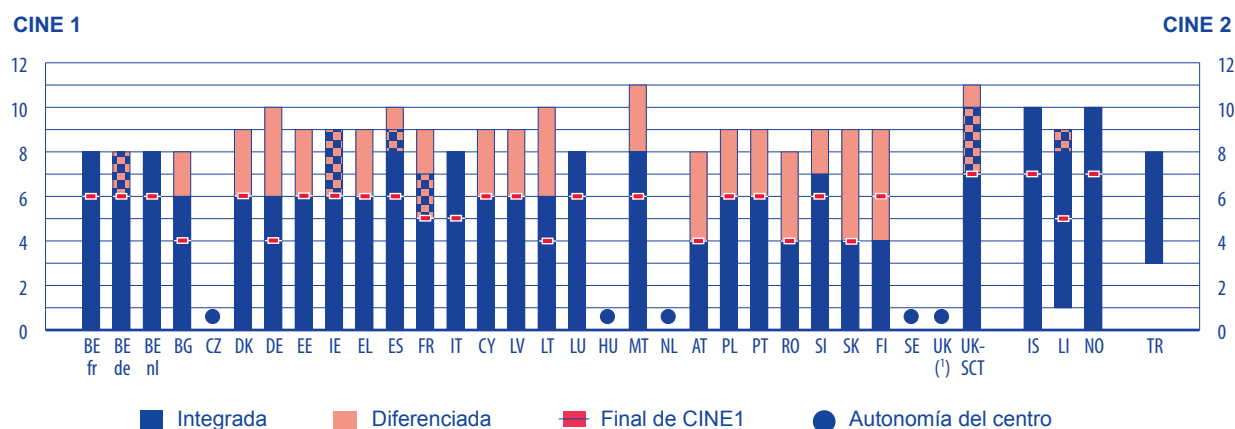
En **Irlanda**, en los cursos 7º a 9º, las ciencias son una única materia. Sin embargo, el plan de estudios de ciencias se presenta con tres secciones distintas correspondientes a las asignaturas de biología, química y física. Los profesores tienen la opción de impartir las tres materias de forma diferenciada, o bien de manera coordinada o integrada.

En Francia, en los cursos 6º y 7º, unos 50 centros educativos están experimentando con las ciencias impartidas como materia integrada: EIST (Enseñanza Integrada de las Ciencias y la Tecnología – *Enseignement Intégré de Science et Technologie*)⁽¹⁰³⁾.

En España, en el tercer curso de educación secundaria inferior (9º curso de la educación obligatoria), la asignatura integrada “Ciencias Naturales” se puede dividir en dos materias (“Biología y Geología” y “Física y Química”) si así lo deciden las Comunidades Autónomas.

⁽¹³⁸⁾ Véase más en <http://science-techno-college.net/?page=317>

◆◆◆ Gráfico 3.2: Enseñanza de las ciencias como materia integrada o diferenciada, por curso (CINE 1 y 2) 2010/11



Años durante los cuales se imparte de forma	BE fr	BE de	BE nl	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	IT	CY	LV	LT	LU
Integrada	8	6	8	6	●	6	6	6	6	6	8	5	8	6	6	6	8
Integrada y diferenciada		2							3		1	2					
Diferenciada				2	●	3	4	3		3	1	2		3	3	4	

Años durante los cuales se imparte de forma	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK ⁽¹⁾	UK-SCT	IS	LI	NO	TR
Integrada	●	8	●	4	6	6	4	7	4	4	●	●	7	10	7	10	5
Integrada y diferenciada	●		●								●	●	3		1		
Diferenciada	●	3	●	4	3	3	4	2	5	5	●	●	1				

Fuente: Eurydice.

UK⁽¹⁾ = UK-ENG/WLS/NIR

Notas específicas de los países

Véase el gráfico 3.1



Incluso en los casos en que las ciencias se imparten como materias diferenciadas, son muchos los países que enfatizan las relaciones entre las diferentes materias. Dinamarca, España, Letonia y Polonia describen objetivos educativos comunes (objetivos de enseñanza) y/o estándares educativos para biología, química, física y geografía o geología. En Francia, los documentos oficiales que describen el currículo de CINE 2 comienzan con una introducción común para las matemáticas, la tecnología y las materias de ciencias. Además, en varios países, la enseñanza de materias de ciencias diferenciadas se organiza en temas comunes, formando bloques o actividades de aprendizaje.

En **Lituania**, los ejes de integración entre la biología, la química y la física son conceptos de movimiento, energía, sistemas, evolución, macro y micro sistemas, y cambios. Todos los cursos de ciencias abordan las cuestiones de desarrollo sostenible en la ecología, la protección del medio ambiente, y la salud y la higiene; también se centran en el lugar y función del ser humano en el mundo.

El Currículo Nacional **rumano** contiene objetivos/competencias específicas que unen materias diferenciadas de ciencias; por otro lado, la parte metodológica de cada plan de estudios se centra en la necesidad de planificar actividades de aprendizaje de manera integrada.

Denominación del área curricular integrada de ciencias

El nombre por el que se conoce el área curricular integrada de ciencias varía mucho entre países, pero, como era de esperar, las materias diferenciadas de ciencias se suelen denominar biología, química y física (véase Tabla 1 en anexo).

Generalmente, el área curricular integrada de ciencias se denomina simplemente “Ciencias”, o bien tiene un nombre relacionado con el mundo, el medio ambiente y la tecnología. El objetivo de estimular la curiosidad de los alumnos por el mundo que les rodea se pone de relieve con la denominación de esta área curricular como “Orientación para el Mundo” (Bélgica –Comunidad flamenca, 1º a 6º), “Tierra Madre” (Bulgaria, 1º curso), “Mundo Exterior” (Bulgaria, 2º curso), “Las personas y su mundo” (República Checa), “Explorando el Mundo Natural” (Grecia, cursos 5º-6º), “Descubriendo el mundo natural” (Francia –cursos 1º y 2º– y Lituania –cursos 1º a 4º), “Conocimiento y Entendimiento del Mundo” (Reino Unido –Gales, cursos 1º y 2º) o “El Mundo que nos Rodea” (Reino Unido -Irlanda del Norte).

Otros países destacan el **medio ambiente** o la **naturaleza** como la forma más apropiada de desarrollar los intereses de los alumnos, y llaman a esta área del currículo “La naturaleza y el hombre (o las personas)” (Bulgaria (cursos 3º a 6º), Hungría y Lituania (cursos 5º y 6º), “Estudios medioambientales” (Grecia, cursos 1º a 4º), “Educación Medioambiental” (Eslovenia, cursos 1º a 3º), “Los Humanos y el medio ambiente” (Rumanía, cursos 1º y 2º), “El estudio del Medio Ambiente” (Portugal, cursos 1º a 4º), “Ciencias de la Naturaleza” (Portugal, cursos 5º y 6º), “Naturaleza y Sociedad” (Eslovaquia) o “Historia de la naturaleza y educación medioambiental” (Islandia).

En algunos países el nombre asignado denota una conexión con la **tecnología**: “Naturaleza y Tecnología” (Dinamarca y los países bajos, CINE 1), “Ciencias experimentales y Tecnología” (Francia, cursos 3º a 5º), “Ciencias Naturales y Técnicas” (Eslovenia, cursos 4º y 5º), “Ciencias y Tecnología” (Italia (cursos 6º a 8º), Reino Unido (Irlanda del Norte, *Key Stage* 3) y Turquía). La conexión con la tecnología se suele destacar en cursos posteriores, cuando las ciencias se enseñan como materia integrada.

El área del currículo se llama simplemente “Ciencias” en Estonia, Chipre, Letonia y el Reino Unido (Inglaterra, Gales –*Key Stages* 2-3– y Escocia) y “Ciencias Naturales” en Noruega. En Bélgica (Comunidad flamenca), España, Polonia, Rumanía y Eslovenia, el nombre cambia a “Ciencias Naturales” en los últimos 2-3 años de enseñanza de las ciencias como programa integrado.

Enseñanza de las ciencias como materias distintas

Cuando las ciencias se enseñan como materias diferenciadas, en la mayoría de los países estas materias se llaman simplemente biología, química y física (véase Tabla 1 en el anexo). En algunos países, la geografía (o ciencias de la tierra) se enseña como materia diferenciada. En la mayoría de los países estas tres o cuatro materias se introducen inmediatamente después del periodo de enseñanza integrada de las ciencias. No obstante, en algunos países (Grecia, Rumanía y Eslovaquia) en el primer o los primeros años de enseñanza diferenciada de las ciencias se imparte únicamente biología, mientras que en Estonia y Letonia la enseñanza de las ciencias comienza con la biología y la geografía. Lituania pospone la enseñanza de la química un año e imparte inicialmente sólo biología y física.

Unos cuantos países presentan un enfoque semi-integrado en el nivel CINE 2. En España, la ciencia se divide en dos áreas conjuntas: biología se enseña junto a geología, y física junto a química. Del mismo modo, en Francia las ciencias de la vida y de la tierra se imparten conjuntamente, mientras que física y química conforman otra materia. Sin embargo, el nuevo programa francés de ciencias (marzo 2011) anima a los centros escolares a impartir ciencias de la vida y de la tierra, química, física y tecnología como una única materia integrada en los cursos 6º y 7º.

Enfoques interdisciplinarios de la enseñanza de las ciencias

Las ciencias tienen muchas conexiones naturales con otras materias y con ámbitos interdisciplinarios. Además, la enseñanza de las ciencias está intrínsecamente relacionada con cuestiones personales y

sociales. En los documentos oficiales de los países europeos es frecuente que estas conexiones se pongan de manifiesto y se anima a los profesores a seguir enfoques transversales en la medida de lo posible.

La ley sobre la *Folkeskole* **danesa** (CINE 1 y 2) exige la enseñanza de temas y problemas interdisciplinares.

Uno de los objetivos de la educación secundaria en **España** es que los estudiantes deben “contemplar el conocimiento científico como un conocimiento integrado que está estructurado en diferentes disciplinas”; deberían ser capaces también de entender y aplicar métodos de resolución de problemas en varios campos de conocimiento y la experiencia ⁽¹³⁹⁾.

En el **Reino Unido (Irlanda del Norte)**, las orientaciones curriculares hacen referencia a la importancia del “aprendizaje conectado”, subrayando que “los jóvenes necesitan estar motivados para aprender y ver la importancia y las conexiones de lo que están aprendiendo. Una parte importante de este proceso es ser capaz de ver cómo el conocimiento adquirido en un área se puede conectar con otro y como las habilidades similares se pueden desarrollar y reforzar por todo el recorrido del currículo” ⁽¹⁴⁰⁾.

A menudo las ciencias se enseñan en el marco de programas/marcos transversales más amplios, o bien incluyen temas transversales. Pueden estar igualmente vinculadas a otras materias en las que se aplican las mismas competencias transversales.

En **Liechtenstein**, la materia integrada de ciencias pertenece al área del currículo “Las personas y su entorno”, que incluye temas sobre “las formas de vida responsable/sostenible”, “cuestiones clave del ser humano”, “la relación del hombre con el medio ambiente” y “los valores culturales y morales”.

En **Polonia**, los cursos 1º y 2º, organizados según el nuevo currículo básico, se planifican en torno a ocho competencias clave transversales. Más tarde, en los cursos 4º a 6º (que aún siguen el antiguo currículo), es obligatorio que un alumno siga una de las vías educativas (educación ecológica y educación de la salud), que integran varios elementos de diversos tipos de ciencias.

Los documentos oficiales de algunos países especifican las materias con las que las ciencias se tienen que relacionar. Las referencias transversales suelen ser la lectura (o la lengua de instrucción), las matemáticas, el diseño, la tecnología, las TIC y las ciencias sociales o la educación moral.

3.2. La enseñanza contextualizada de las ciencias

Muchos investigadores concluyen que el descenso o la falta de interés de los estudiantes por las ciencias se debe en parte a que estas se presentan como una colección de hechos aislados, descontextualizados y desprovistos de valor, sin ninguna relación con las experiencias de los propios estudiantes (Aikenhead, 2005; Osborne, Simon & Collins, 2003; Sjøberg, 2002). En este sentido, la ciencia escolar tradicional parece tener dificultades para despertar la curiosidad de los alumnos sobre el mundo natural, fundamentalmente porque no la ven relevante para sus propias vidas e intereses (Aikenhead, 2005; Millar & Osborne, 1998).

Si la tendencia general es que ni chicos ni chicas se sientan motivados por la ciencia escolar tradicional, esta falta de interés parece ser más aparente en el caso de las chicas (Brotman & Moore, 2008). Esto se debe en parte al hecho de que los intereses de los chicos y las chicas en relación con las ciencias pueden diferir, de modo que los chicos suelen estar más interesados en los aspectos tecnológicos que normalmente forman parte de los currículos tradicionales. Por el contrario, los intereses de las chicas generalmente no están suficientemente representados en la enseñanza de las ciencias, especialmente en el caso de la física (Baram-

⁽¹³⁹⁾ Real Decreto 1631/2006 de 29 diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (CINE2) (BOE 5-1-2007), véase el texto completo en <http://www.boe.es/boe/dias/2007/01/05/pdfs/A00677-00773.pdf>

⁽¹⁴⁰⁾ http://www.nicurriculum.org.uk/key_stages_1_and_2/connected_learning/

Tsabari & Yarden, 2008; Häussler & Hoffman, 2002; Murphy & Whitelegg, 2006). Las diferencias de sexo en lo que a actitudes se refiere deberían tenerse en cuenta a la hora de intentar incrementar los niveles de motivación para el aprendizaje de las ciencias.

Una posible forma de mejorar la motivación y el interés de los estudiantes por la materia es utilizar “como *punto de partida* para el desarrollo de las ideas científicas” contextos sociales y de la vida real, así como aplicaciones prácticas (Bennett, Lubben & Hogarth 2007, p. 348, cursiva en el original). Se trata del método denominado enseñanza contextualizada de las ciencias o enfoque ciencia-tecnología-sociedad (CTS).

La enseñanza contextualizada de las ciencias pone el acento en los aspectos filosóficos, históricos o sociales de las ciencias y la tecnología, así como en la conexión entre la comprensión de los fenómenos científicos y las experiencias de la vida cotidiana de los estudiantes. Varios investigadores consideran que este enfoque aumenta la motivación de los estudiantes para implicarse en estudios científicos, y posiblemente suponga una mejora de los resultados en ciencias así como una mayor aceptación (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Irwin, 2000; Lubben *et al.*, 2005).

El enfoque ciencia-tecnología-sociedad requiere que la ciencia esté inmersa en su contexto social y cultural. Desde una perspectiva sociológica, esto implica examinar y cuestionar los valores implícitos en las prácticas y el conocimiento científicos; analizar las condiciones sociales así como las consecuencias del conocimiento científico y sus cambios; y estudiar la estructura y el proceso de la actividad científica. Desde una perspectiva histórica, la enseñanza contextualizada de las ciencias genera cuestiones que tienen que ver con la naturaleza de la investigación científica y evalúa los fundamentos de su validez (*Encyclopædia Britannica Online*, 2010). También se reconoce la ciencia como un “actividad humana” en la que la imaginación y la creatividad tienen su papel (Holbrook & Rannikmae 2007, p. 1349).

Tanto la enseñanza contextualizada de las ciencias como la CTS incorporan las experiencias de la vida cotidiana de los estudiantes, así como temáticas sociales contemporáneas como las preocupaciones éticas o medioambientales, y deberían contribuir a desarrollar las capacidades de pensamiento crítico y responsabilidad social (Gilbert, 2006; Ryder, 2002). Los cursos de ciencias CTS aspiran a promover “la utilidad práctica, los valores humanos y la conexión con los temas personales y sociales, enseñados desde una orientación centrada en los estudiantes” (Aikenhead 2005, p. 384). El objetivo de la enseñanza de las ciencias es hacer de los estudiantes futuros ciudadanos responsables que “comprendan las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad” (*Ibid.*).

Como se ha mencionado anteriormente, son muchos los estudios de investigación que ponen de manifiesto que los intereses científicos de chicas y chicos difieren en ciertos aspectos, lo que significa que hay que poner un especial cuidado en incorporar los intereses de las chicas a la enseñanza de las ciencias mediante una enseñanza “adaptada a las chicas” (Sinnes, 2006). De acuerdo a la evidencia procedente del estudio ROSE (véase el capítulo 1 para más detalles), los investigadores concluyen que las chicas están especialmente interesadas por los contenidos científicos relacionados con los aspectos humanos, como pueden ser el bienestar, la salud o el cuerpo humano, mientras que los chicos muestran más interés por las aplicaciones tecnológicas y la dimensión social (véase, por ejemplo, Baram-Tsabari & Yarden, 2008; Christidou, 2006; Juuti *et al.*, 2004; Lavonen *et al.*, 2008). No obstante, puesto que hay una considerable intersección de intereses entre chicos y chicas, una enseñanza contextualizada de las ciencias centrada en los aspectos humanos y sociales de la ciencia puede resultar interesante para ambos sexos. Esto significa que un currículo adaptado a las chicas puede ser también ventajoso para los chicos (Häussler & Hoffmann, 2002).

Hay investigadores que, haciendo hincapié en los aspectos comunes de los intereses de chicas y chicos, critican la idea de un currículo adaptado a las chicas así como la fuerte categorización chica/chico. Prefieren hablar de una enseñanza de las ciencias “sensible a las diferencias de género” (Sinnes, 2006) o “inclusiva para ambos géneros” (Brotman & Moore, 2008) que a la vez reconozca “la diferencia entre todos los

individuos” y sus diversas experiencias e intereses (Sinnes, 2006, p. 79). Sostienen que una nueva definición de los currículos en este sentido podría responder a las diversas perspectivas y experiencias de todos los estudiantes.

Aspectos contextuales recomendados en el currículo de ciencias

Como muestra el gráfico 3.3, los documentos oficiales de los países europeos recomiendan generalmente un abanico de aspectos contextuales que se deben abordar en las clases de ciencias de los centros de primaria y de secundaria inferior (consúltense las definiciones del glosario). Puesto que en muchos países la enseñanza de las ciencias se divide en varias materias en CINE 2 (véase el gráfico 3.1), se aprecian diferencias interesantes entre materias, que se recogen en las notas y el texto a pie del gráfico. De entrada, es importante señalar que los documentos oficiales facilitan únicamente indicaciones sobre las dimensiones contextuales que se deberían incorporar a la enseñanza de las ciencias, pero no sobre lo que ocurre realmente en los centros educativos.

Las ciencias y el medio ambiente/sostenibilidad aborda las implicaciones medioambientales de la actividad científica y se recomienda incluirlo en la enseñanza de las ciencias en los documentos oficiales de casi todos los países europeos, tanto en los niveles de primaria como de secundaria inferior; normalmente se aplica a todas las materias de ciencias (biología, química y física).

El segundo aspecto contextual más frecuentemente recomendado es **la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana**. En los documentos oficiales de primaria de 29 países europeos se recomienda vincular las ciencias y la tecnología a la vida cotidiana. En el nivel de secundaria, el tema de las aplicaciones tecnológicas de los fenómenos científicos en la vida cotidiana se sugiere en todos los países y para todas las materias de ciencias.

La contextualización de los fenómenos científicos mediante ejemplos relacionados con **el cuerpo humano** y su funcionamiento se recomienda en los documentos oficiales de 27 países europeos para el nivel de primaria, y de 29 países para el nivel de secundaria inferior. Cuando la enseñanza de las ciencias se lleva a cabo en materias diferenciadas, en biología el cuerpo humano es un tema obvio, por lo que se estudió únicamente en la enseñanza de la química y la física. En este estudio interesaban temas como las fuerzas y los músculos implicados al hacer deporte; el corazón, la presión y la circulación sanguíneas; cómo puede afectar a la piel la radiación de fuentes luminosas y del sol; la influencia de una descarga eléctrica o de la electricidad en los músculos del cuerpo; cómo afecta la radiactividad al cuerpo humano; los productos farmacéuticos y sus efectos en el cuerpo y la piel, etc. ⁽¹⁴¹⁾. En menos de la mitad de los países europeos (Bulgaria, Estonia, Francia, Letonia, Lituania, los Países Bajos, Austria, Polonia, Portugal, Rumanía, Eslovenia y Finlandia) se recomienda una enseñanza de la química y la física contextualizada a través de ejemplos relacionados con el cuerpo humano.

Las ciencias y la ética, o el análisis de las consideraciones éticas que surgen de los avances en las innovaciones científicas y tecnológicas, es un tema que se recomienda en menos países en primaria en comparación con secundaria inferior. Las consideraciones éticas, en tanto que tema de debate, se recomienda con más frecuencia en las clases de biología que en las de física.

Las tres últimas dimensiones contextuales presentadas en el gráfico 3.3 tienen que ver con el método científico, la naturaleza de las ciencias y la producción del conocimiento científico. No sorprende observar que estos aspectos más abstractos se recomiendan más a menudo en el nivel de secundaria inferior que en el de primaria.

Situar las ciencias en su contexto social y cultural se considera importante a la hora de enseñar los motivos por los que el desarrollo del conocimiento científico puede considerarse como una práctica social

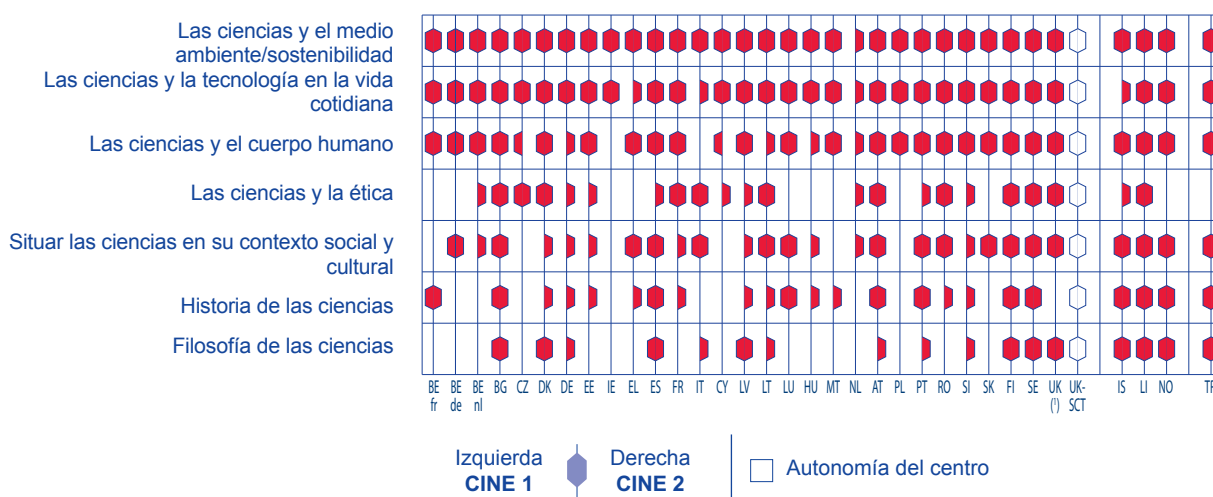
⁽¹⁴¹⁾ Los ejemplos se han sacado fundamentalmente del cuestionario ROSE.

que depende de la realidad política, social, histórica y cultural de la época. Se trata de examinar y cuestionar los valores implícitos en las prácticas y el conocimiento científico; observar las condiciones sociales así como las consecuencias del conocimiento científico y su evolución; y estudiar la estructura y el proceso de la actividad científica. En el nivel de primaria, este enfoque se recomienda prácticamente en la mitad de los sistemas educativos europeos. En secundaria inferior, se sugiere situar las ciencias en su contexto social y cultural en los sistemas educativos de 27 países.

La **historia de las ciencias** se recomienda en menos de la mitad de los sistemas educativos europeos en el nivel de primaria. En secundaria inferior, la historia del pensamiento humano sobre el mundo natural (desde sus comienzos en épocas prehistóricas hasta el presente) se sugiere en más de la mitad de los países europeos.

El aspecto contextual de la enseñanza de las ciencias que es menos habitual en los niveles CINE 1 y CINE 2 es la **filosofía de las ciencias**. Únicamente un tercio de los sistemas educativos europeos en primaria, y cerca de la mitad de los países en secundaria inferior sugieren que se aborden cuestiones relacionadas con

◆◆◆ Gráfico 3.3: Aspectos contextuales que se deben abordar en las clases de ciencias, según las recomendaciones de los documentos oficiales (CINE 1 y 2), 2010/11



Fuente: Eurydice.

UK ⁽¹⁾ = UK-ENG/WLS/NIR

Nota explicativa

En el nivel CINE 2, un aspecto contextual concreto es considerado como “recomendado” sin, en el caso de la enseñanza integrada de las ciencias, se recomienda en un curso, y en el caso de la enseñanza diferenciada de las ciencias, si se recomienda al menos en una de las tres materias de ciencias independientes –biología, química o física. Cuando un aspecto determinado *no* se recomienda en *todas* las materias de ciencias, las materias en las que no se recomienda son las siguientes:

Las ciencias y la tecnología en la vida diaria – **Grecia** y **Lituania**: química y biología. **Polonia**: física.

Las ciencias del cuerpo humano – (la biología no se tiene en cuenta– véase el texto anterior). **Dinamarca, Hungría y Eslovaquia**: química. **Grecia**: física.

Las ciencias y la ética – **Eslovenia**: biología y química. **Dinamarca, España, Francia, Chipre y Letonia**: biología.

Contexto social y cultural de las ciencias – **Austria**: física y biología. **Dinamarca**: biología.

Historia de las ciencias – **Estonia**: química y física. **Austria**: biología y química.

Filosofía de la ciencia – **Austria**: biología.

Notas específicas de los países

Reino Unido (ENG/WLS/NIR): la historia de las ciencias se menciona únicamente en Inglaterra e Irlanda del Norte.

Reino Unido (SCT): los documentos oficiales no recogen recomendaciones. No obstante, se hace especial hincapié en el aprendizaje interdisciplinar en marcos contextualizados y todos los aspectos anteriores pueden considerarse incluidos en la enseñanza y el aprendizaje.



3.3 Teorías del aprendizaje de las ciencias y enfoques metodológicos

No es objetivo de este apartado la revisión exhaustiva de la enorme cantidad de literatura de investigación sobre las bases teóricas de la enseñanza de las ciencias, y queda fuera del ámbito de este estudio la evaluación del amplio abanico de metodologías didácticas. Lo que se pretende es exponer brevemente los enfoques metodológicos que los investigadores de este campo suelen considerar como “eficaces” en cuanto su capacidad para mejorar la motivación y/o el rendimiento de los alumnos.

Scott *et al.* (2007, p. 51) señalan que, aunque enseñar es una actividad reactiva que depende de varios factores externos, algunos enfoques metodológicos pueden resultar más eficaces que otros; éstos estarían “muy ligados a unos objetivos de enseñanza claros, o implicarían... una actividad motivadora... o supondrían un reto para el pensamiento de los alumnos de una forma atractiva, o permitirían... que los alumnos tuvieran la oportunidad de articular sus conocimientos en desarrollo”.

Por supuesto, los enfoques descritos a continuación no son mutuamente excluyentes sino que más bien se basan unos en otros. Hay una superposición considerable entre ellos y, lo que es más importante, son potencialmente complementarios. Harlen (2009) reclama, por lo tanto, una combinación de estos enfoques para producir “una pedagogía excelente” en la enseñanza de las ciencias.

Objetivos de una buena enseñanza de las ciencias

Lo que se puede considerar como un buen enfoque metodológico está evidentemente ligado al objetivo u objetivos de lo que se considera “una buena enseñanza de las ciencias”. Harlen (2009) resume estos objetivos como el desarrollo de la competencia científica y la habilidad de continuar aprendiendo. Esta autora define la competencia científica como “sentirse cómodo y competente con las ideas científicas generales, con la naturaleza y las limitaciones y con los procesos de las ciencias, así como tener la capacidad de utilizar estas ideas a la hora de tomar decisiones como ciudadano informado y preocupado” (Harlen 2009, p. 34).

Para alcanzar los objetivos de competencia científica y continuidad en el aprendizaje hay una gran variedad de enfoques metodológicos y teorías del aprendizaje subyacentes. Así pues, son muchas las posibles formas de clasificarlas. Siguiendo la clasificación de Harlen, se pueden distinguir los siguientes enfoques: constructivismo individual y social; debates, diálogos y argumentación; investigación; y evaluación formativa (Harlen 2009, p. 35).

Si bien los enfoques metodológicos y los métodos de evaluación están claramente relacionados, la cuestión de la evaluación formativa no se tratará aquí, sino en la introducción teórica al capítulo 4, que trata sobre la evaluación.

Cambiar las ideas de los niños

El constructivismo o *el cambio conceptual* en el contexto de la enseñanza de las ciencias es un enfoque de larga tradición y “el de mayor influencia en la comunidad de la educación de las ciencias” (Anderson 2007, p. 7). Básicamente, propone la idea de que los niños construyen su propia comprensión sobre los fenómenos naturales (que da lugar a las denominadas “ideas erróneas”, “ideas ingenuas”, etc.) que, sin embargo, a menudo entran en contradicción con el conocimiento científico real (para una revisión más extensa de las teorías sobre la construcción de las concepciones basadas en el sentido común por parte de los aprendices, véase Eurydice, 2006).

El objetivo del cambio conceptual es, por lo tanto, reorientar la comprensión de los alumnos sobre ciertos fenómenos y reemplazar sus ideas “ingenuas” por otras científicas. Para alcanzar este objetivo, los profesores pueden ayudar a los niños poniendo a prueba sus ideas, pueden hacerles unir ideas recogidas de diversas

experiencias así como exponerles a ideas diferentes (Harlen, 2009). La síntesis de la investigación sobre este enfoque propuesta por Appleton (2007) identifica las preguntas, entrevistas y observaciones de los profesores, y los dibujos y mapas conceptuales de los alumnos como los métodos típicos que se pueden utilizar dentro de este enfoque para identificar las ideas iniciales de los estudiantes.

Aunque Anderson, en su revisión de las teorías del aprendizaje de las ciencias, reconoce la importancia de las teorías del cambio conceptual para la mejora general del aprendizaje de las ciencias, también alega que los enfoques metodológicos generados por esta teoría no muestran un impacto positivo sobre la reducción de la diferencia de resultados que se da entre alumnos con alto y bajo rendimiento (Anderson 2007, p. 14).

La importancia del lenguaje

En el marco de la enseñanza de las ciencias se fomenta el debate, el diálogo y la argumentación a partir de la evidencia de que el discurso oral y escrito son fundamentales en el proceso de aprendizaje (de las ciencias). Evidentemente, no se trata de enfoque aislado, puesto que el discurso inevitablemente forma parte de los enfoques metodológicos de cambio conceptual y de aprendizaje por investigación.

La capacidad de argumentación en el contexto de la enseñanza de las ciencias implica “persuadir a los compañeros de la validez de una determinada idea... La argumentación científica tiene que ver, de forma ideal, con compartir, procesar y aprender sobre ideas” (Michaels, Shouse y Schweingruber 2008, p. 89). Obviamente, en este sentido, el desarrollo de tales capacidades debería formar parte de los contenidos de las clases de ciencias.

De hecho, el análisis de las situaciones de enseñanza de las clases de ciencias, tal y como lo hizo Lemke, revela que “aprender ciencias significa aprender a comunicarse en el lenguaje de las ciencias y actuar como miembro de la comunidad de las personas que así se comunican” (Lemke 1990, p. 16). Este autor analizó el modo en que los profesores transmiten las ciencias en el aula y la forma en la que el razonamiento científico se aprende hablando. Más adelante siguió con sus reflexiones sobre las interacciones lingüísticas en la enseñanza de las ciencias, remitiéndose a la importancia del conocimiento multimedia en este contexto (Lemke, 2002). Más allá del lenguaje oral y escrito, en el marco de la enseñanza de las ciencias pueden leerse y entenderse dibujos, diagramas y todo tipo de símbolos.

Basándose en las teorías e investigaciones de Lemke, Hanrahan analizó las prácticas discursivas de los profesores en las clases de ciencias. Se centró en los aspectos de la práctica del discurso que parecen estar más implicados en hacer de la ciencia algo accesible para los estudiantes, independientemente de su entorno sociocultural o su nivel de competencia (Hanrahan, 2005). La investigadora argumenta que, si la equidad en la educación es un objetivo, en muchas materias hay que modificar el “clima interpersonal” actual, puesto que los “profesores pueden transmitir sin darse cuenta actitudes que provocan la alienación de la mayor parte de estudiantes” (*ibid.*, p. 2). Basándose en observaciones en el aula en centros educativos de Australia, la autora concluyó que la manera en que se aborda la diferencia en las clases de ciencias es importante para que los estudiantes se sientan incluidos o excluidos. Las buenas prácticas incluían lecciones en las que los profesores tendían a aplicar prácticas “dialógicas” con los estudiantes; en las que asumían diferentes papeles y permitían cierta flexibilidad a los estudiantes en sus papeles correspondientes; en las que intentaban alcanzar un equilibrio entre el discurso formal y el informal, así como “entre la expresión del distanciamiento científico y las experiencias subjetivas” (*ibid.*, p. 8). Sin embargo, Hanrahan señala que las clases por sí solas podrían tener un efecto poco duradero sobre las actitudes hacia la ciencia escolar. Sólo mediante la repetición consistente de este tipo de prácticas discursivas, multiplicadas a lo largo del tiempo, los estudiantes llegaron a sentirse incluidos como aprendices “legítimos” de ciencias.

Aguiar, Mortimer y Scott (2010) analizaron la forma en que las preguntas de los estudiantes pueden tener un impacto sobre el subsiguiente desarrollo del discurso en el aula. Específicamente, analizaron cómo las preguntas de los estudiantes influyen en la “estructura explicativa de la docencia” y modifican la forma en que el discurso se va desarrollando en el aula. El análisis de los datos recopilados en un centro de secundaria brasileño puso de manifiesto que las preguntas de los estudiantes proporcionan un importante *feedback* al profesor, lo que le permite ir ajustando la estructura de la enseñanza. Estos datos, por lo tanto, sugieren la necesidad de tener en cuenta la participación verbal activa de los estudiantes en la negociación tanto de los contenidos como de la estructura del discurso del aula (Aguiar, Mortimer y Scott, 2010).

El enfoque sociocultural, que incluye el análisis del discurso en el aula, permite observar en detalle cómo interactúan el lenguaje, la cultura, el género y las normas sociales. Se demuestra que el aprendizaje de las ciencias es también un proceso lingüístico, cultural y emocional (Anderson, 2007).

Investigación

El informe “Enseñanza de las Ciencias Ahora” (Comisión Europea, 2007, p. 9) señaló la existencia de dos aproximaciones a la enseñanza de las ciencias históricamente contrastados: la aproximación “deductiva” y la “inductiva”. En este sentido, la primera sería una aproximación más tradicional, mientras que la inductiva se orienta más hacia la observación y la experimentación. Los autores argumentan que esta noción ha evolucionado y que hoy en día se la denomina comúnmente enseñanza de las ciencias basada en la investigación.

Partiendo de esta definición tan amplia surge inmediatamente el principal problema en el debate sobre los enfoques metodológicos basados en la investigación: la falta de claridad en la terminología. Muchos autores han abordado esta cuestión: Anderson, Ch. 2007; Anderson, R., 2007, Appleton 2007; Brickman *et al.*, 2009; Minner *et al.*, 2009. Como Minner *et al.* (2009, p. 476) exponen en su reciente y profunda revisión de la investigación sobre el tema:

“El término “investigación” ha gozado de una posición prominente en la enseñanza de las ciencias, aunque hace referencia al menos a tres categorías distintas de actividades: lo que los científicos hacen (por ejemplo, llevar a cabo investigaciones usando métodos científicos), la forma en que los estudiantes aprenden (por ejemplo, indagando de forma activa sobre un fenómeno o un problema mediante la reflexión y la acción, a menudo imitando los procesos usados por los científicos); y un enfoque pedagógico utilizado por los profesores (por ejemplo, diseñando o utilizando currículos que les permiten llevar a cabo investigaciones de forma extendida)”

Bell *et al.* (2005) proponen un modelo para abordar las diferentes formas que toman los enfoques basados en la investigación. Lo describen como un modelo que incluye cuatro categorías de investigación, que pueden variar en función de la cantidad de información que se ofrece al estudiante. La primera categoría, “investigación confirmatoria”, es la que está más dirigida por el profesor, y en la que se facilita al estudiante una mayor cantidad de información. A los otros niveles se les denomina “investigación estructurada”, “investigación guiada” e “investigación abierta”. En el nivel “confirmatorio” los estudiantes conocen el resultado que se espera; en el otro extremo de esta escala (“investigación abierta”), son los propios estudiantes los que formulan las preguntas, eligen los métodos y proponen soluciones.

En la síntesis de investigación de 138 estudios realizada por Minner *et al.* (2009) ⁽¹⁴²⁾ sobre el impacto de la enseñanza de las ciencias basada en la investigación, los autores atribuyen las dificultades que aparecen a la hora de investigar sus efectos a esta falta de una interpretación compartida del término. Así pues, incluyeron en su investigación estudios sobre la enseñanza que, en su instrucción basada en la investigación, presentarán

⁽¹⁴²⁾ Los estudios analizados se llevaron a cabo principalmente en Estados Unidos y abarcan un periodo que va desde 1984 a 2002.

las siguientes características en los estudiantes: compromiso con los fenómenos científicos, reflexión activa, responsabilidad sobre su aprendizaje e implicación en el ciclo de investigación. Este es su marco conceptual para un aprendizaje basado en la investigación. Los investigadores concluyeron que la mayoría de los estudios analizados mostraban un impacto positivo de la instrucción basada en la investigación sobre el aprendizaje y la retención de los contenidos por parte de los estudiantes. De forma similar, las actividades basadas en la investigación y con carácter práctico mostraron resultados positivos sobre el aprendizaje conceptual. En general, los resultados indicaron que “hacer que los estudiantes piensen activamente sobre el proceso de investigación y participen en él incrementa su aprendizaje conceptual de las ciencias” (p. 493). Sin embargo, el uso intensivo de la instrucción basada en la investigación no mostraba mejores resultados de aprendizaje. No obstante, los investigadores concluyen que este aspecto necesitaría ser analizado con más detalle.

Brotman y Moore (2008), en su revisión sobre múltiples estudios empíricos, señalan que la enseñanza de las ciencias basada en la investigación, especialmente si se introduce en una edad temprana, se considera que tiene efectos especialmente positivos sobre los intereses y actitudes de las chicas hacia las ciencias. Otros estudios recientes, como el de Brickman *et al.* (2009), pusieron de manifiesto que los estudiantes que trabajan en laboratorios de investigación mostraron una mejora significativa en sus competencias científicas.

Actividades recomendadas para el aprendizaje de las ciencias

Este apartado aborda la cuestión de si los documentos oficiales (véase la definición en el glosario) de los países europeos recomiendan el uso de actividades de aprendizaje específicas que podrían considerarse especialmente motivadoras para el aprendizaje de las ciencias. Estas actividades pueden estar basadas en métodos basados en la investigación, debates, discusiones, verbalización del problema, trabajo cooperativo e individual y en el uso de las TIC.

Como muestra el gráfico 3.4, los documentos oficiales recomiendan muy a menudo las actividades agrupadas bajo las categorías “debates y argumentaciones” y “trabajo por proyectos”, tanto en el nivel de primaria, como de secundaria inferior. No sucede lo mismo en lo que se refiere al uso de aplicaciones TIC específicas.

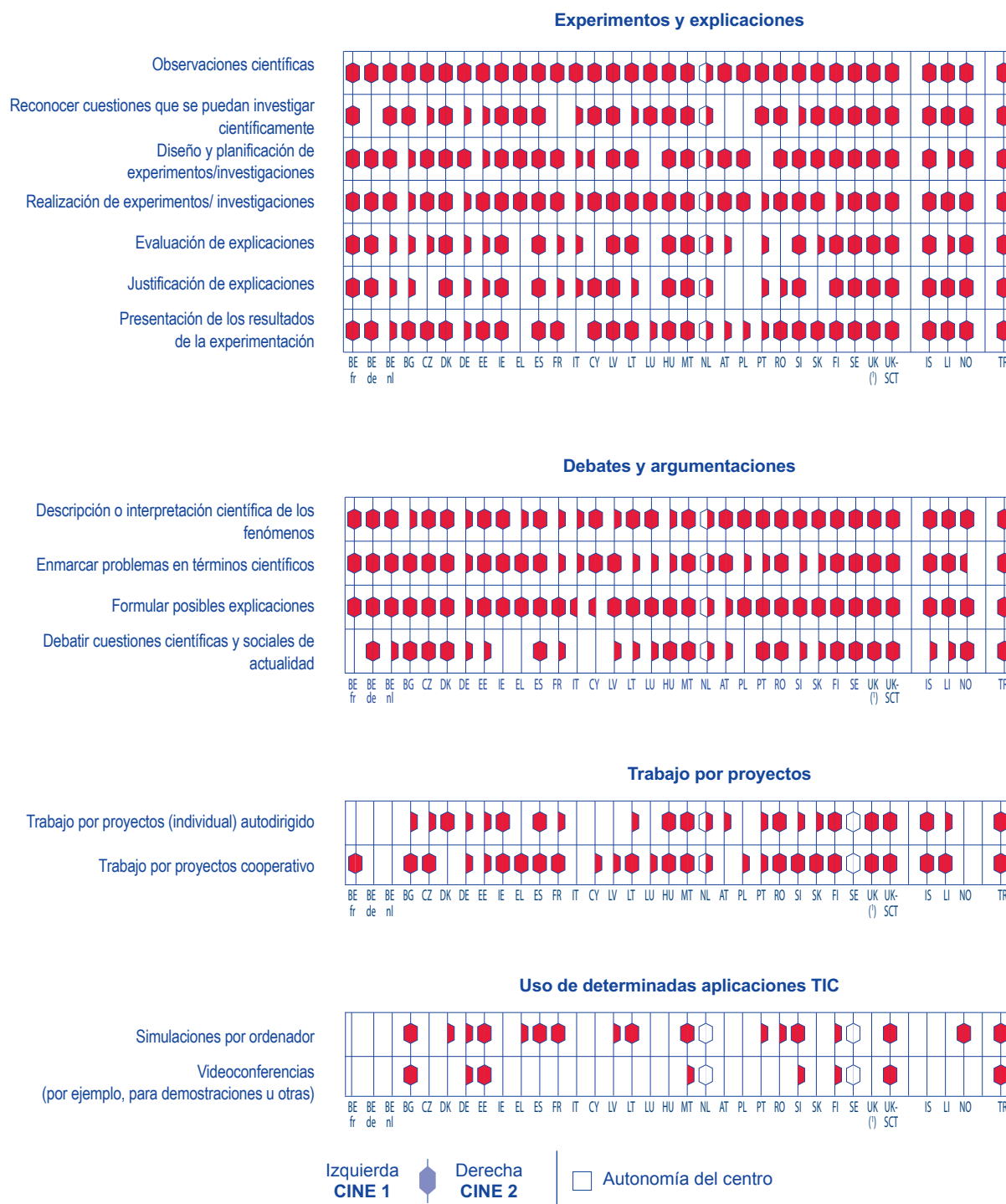
La actividad que más a menudo se recomienda en los documentos oficiales para el nivel de primaria es la observación científica. También se tienen en cuenta las actividades prácticas como el diseño, ejecución y presentación de experimentos. No obstante, en los documentos oficiales de la mayoría de los países se mencionan actividades ligadas a los debates y las argumentaciones, tales como la formulación de posibles explicaciones. El trabajo cooperativo por proyectos es una actividad que se recomienda en más de la mitad de los países europeos. No obstante, para este nivel educativo son menos los países que recomiendan debatir sobre cuestiones científicas y sociales de actualidad, el trabajo por proyectos autodirigido y el uso de las TIC para simulaciones o videoconferencias.

En el nivel de secundaria inferior, aparte de las actividades ya recomendadas para los alumnos de primaria, prácticamente en todos los países se recomiendan actividades más reflexivas, como el diseño y la realización de experimentos; la descripción o interpretación científica de fenómenos; o el enmarcar un problema en términos científicos. En los documentos oficiales de la mayoría de los países se mencionan los debates sobre cuestiones científicas y sociales de actualidad y el trabajo por proyectos autodirigido. El uso de las TIC para simulaciones por ordenador o videoconferencias se recomienda mucho más para los estudiantes de secundaria que para los de primaria, si bien estas actividades se siguen recomendando en los documentos oficiales de menos de la mitad de los países europeos.

Resulta interesante comentar que en casi todos los países donde las ciencias se enseñan como materias diferenciadas en el nivel de secundaria inferior (véase el gráfico 3.2) no existen diferencias entre las materias (física, biología o química) en cuanto a las actividades recomendadas.

De lo expuesto anteriormente se puede concluir que en los documentos oficiales de los países europeos suelen recomendarse actividades basadas en métodos de investigación, diálogos, debates y trabajo cooperativo. No obstante, hay que tener en cuenta que, por muy detallados que estos documentos sean, no pretenden ofrecer ninguna información sobre la práctica real de la clase.

◆◆◆ Gráfico 3.4: Actividades para el aprendizaje de las ciencias, según las recomendaciones recogidas en los documentos oficiales (CINE 1 Y 2), 2010/11



Fuente: Eurydice.

UK (1) = UK-ENG/WLS/NIR

que deben aprender los alumnos para poder alcanzar el nivel mínimo se recogen en dos documentos: orientaciones para la enseñanza y el aprendizaje, y orientaciones para los contenidos curriculares.

En **Suecia**, el principio fundamental para todas las materias es que los centros escolares deben facilitar a los alumnos el apoyo necesario para alcanzar los objetivos fijados por el nivel educativo en cuestión. Los centros educativos deciden los apoyos adicionales de que deben disponer así como la forma de administrarlos (por ejemplo, el profesor, la institución, o la empresa). Cualquier medida de apoyo debe financiarse con cargo al presupuesto del centro educativo. En **Noruega** se da una situación similar. No obstante, hay que señalar que en Suecia, en 2011, se implantarán nuevos currículos y planes de estudios para la enseñanza obligatoria en los que los objetivos y los contenidos estarán más diferenciados. Uno de los objetivos es posibilitar a los centros una detección de los problemas del estudiante lo más temprana posible en su trayectoria escolar para poner en marcha las medidas adecuadas.

Lo mismo sucede en el **Reino Unido** (excepto Escocia), donde, de acuerdo a un principio fundamental recogido en la normativa, la educación debe adecuarse a la edad, la capacidad y la actitud del niño. De acuerdo con este principio, la estructura del currículo se diseña para dar cabida a las diferencias en las habilidades y los rendimientos de los alumnos. El currículo diferencia los contenidos del programa de los objetivos de rendimiento, que definen los estándares nacionales de rendimiento. Estos estándares no se establecen en términos de progreso en los contenidos curso por curso, sino en términos de una escala única que cubre desde la educación primaria a la secundaria. En **Inglaterra**, los profesores pueden, a la hora de planificar el aprendizaje adaptado a las características de aquellos alumnos cuyo rendimiento es significativamente inferior al nivel esperado por su edad, hacer uso de los contenidos de los programas de aprendizaje en calidad de recurso o para ofrecer un contexto. En **Gales**, el currículo nacional en ciencias en las *Key Stages 2 a la 4* establece que “los centros escolares deben usar el material de forma adecuada a la edad, la experiencia, el conocimiento y el rendimiento previo de los estudiantes, para así involucrarles en el proceso de aprendizaje. Para aquellos estudiantes cuyos resultados son significativamente inferiores que los niveles esperados en una u otra etapa, los centros escolares deben utilizar las necesidades del estudiante como punto de partida y adaptar los programas de estudio en consonancia” (DCELLS/Gobierno de la Asamblea de Gales 2008, p. 5). La situación es similar en **Irlanda del Norte**.

En la mayoría de los países existe un marco general que engloba todas las materias y regula la oferta de las medidas de apoyo para los alumnos con bajo rendimiento en la escuela. Dentro de este marco normalmente se describen los tipos de actividades que se ofertan y los métodos para identificar a los estudiantes con dificultades de aprendizaje, así como la duración de cualquier tipo de apoyo.

En la **República Checa**, las medidas de apoyo más comunes para estudiantes con bajo rendimiento son las clases con el tutor o cualquier otra forma de tutoría que se organice y se oferte bajo la total responsabilidad del centro escolar.

En **España**, todos los centros escolares deben contar con un “plan de atención a la diversidad” en su plan educativo. La atención a la diversidad de las necesidades educativas de los alumnos a nivel individual es uno de los principios básicos de la educación obligatoria. Los centros pueden seleccionar e implementar libremente cualquier medida establecida por la legislación nacional, adaptándola a las necesidades de sus alumnos. Las medidas pueden ser, por ejemplo, modificaciones menores del currículo o agrupamientos flexibles.

En **Francia**, los procedimientos para detectar dificultades de aprendizaje en cualquier materia incluyen la utilización de los resultados de los exámenes nacionales en francés y matemáticas (2º y 4º cursos de primaria), así como el portafolio diseñado para evaluar las competencias del *Socle commun*. También cuentan con los materiales de evaluación que los profesores desarrollan. El profesor tutor es el que facilita el apoyo. En 2009/10, se organizó un curso de formación permanente específico para profesores de primaria. En ambos niveles educativos las medidas de apoyo se basan en planes individuales de aprendizaje de los alumnos (*programme personnalisé de réussite éducative – PPRE*) ⁽¹⁴⁴⁾. Este programa se diseñó para abordar las necesidades de aquel alumno que está en riesgo de no alcanzar los objetivos del *Socle commun*. El programa se centra en un pequeño número de objetivos, principalmente de matemáticas y francés, y en raras ocasiones, en materias de ciencias. Las

⁽¹⁴⁴⁾ <http://eduscol.education.fr/cid50680/les-programmes-personnalisés-de-reussite-educative-ppre.html>

medidas de apoyo comprenden el aprendizaje diferenciado y la instrucción en pequeños grupos y, a veces, el agrupamiento por niveles de capacidad. El apoyo normalmente dura unas pocas semanas, pero varía en función de las dificultades del alumno y del progreso realizado. Al final del programa, una evaluación a través de un proyecto permite tomar una decisión sobre la necesidad de ofertar cualquier apoyo adicional.

En **Grecia**, a los estudiantes del nivel CINE 2 se les ofrece un programa de enseñanza compensatoria diaria de tarde, con una duración de una a tres horas. Los estudiantes pueden asistir únicamente a una o a todas las clases de apoyo compensatorio con un máximo de 15 horas a la semana. Del mismo modo, se ofrece a los estudiantes de CINE 3 un programa de enseñanza de apoyo suplementario, con un máximo de 14 horas por semana. La enseñanza de cada materia no dura más de las horas que permite el Currículo. Los programas de apoyo de CINE 2 y 3 cuentan con pequeños grupos de estudiantes y una variedad de métodos de enseñanza. Estos programas son desarrollados bien por una unidad especial de profesores del centro escolar, bien por otros profesores especialistas complementarios.

En **Chipre**, hay dos marcos para cada nivel educativo. En primaria, el Ministerio de Educación y Cultura asigna el tiempo de enseñanza adicional al inicio de cada curso académico. Cuando los centros identifican a los alumnos con bajo rendimiento, el tiempo de enseñanza adicional a disposición de los profesores se usa para facilitar apoyo a estos estudiantes, a través de tutorías individuales o en grupos muy pequeños. Puesto que este apoyo se ofrece durante el horario del currículo, estos alumnos tienen que abandonar el aula para asistir a las sesiones. En el nivel de secundaria, el Ministerio de Educación y Cultura recomienda a los profesores que utilicen estrategias de aprendizaje como la diferenciación, el aprendizaje entre iguales, los métodos de colaboración y las actividades basadas en la investigación, para ayudar a los alumnos con bajo rendimiento. Las clases de apoyo para alumnado con bajo rendimiento no deberían superar los 20 alumnos; si esto sucede, la clase debe dividirse en dos durante la parte de investigación experimental de la clase de ciencias.

En **Eslovenia**, en el nivel CINE 2 los profesores ofertan clases complementarias de cualquier materia. Los estudiantes con dificultades pueden asistir a clases de 45 minutos una vez a la semana para cada materia de ciencias. Otras medidas de apoyo que se suelen implementar en el aula son la enseñanza diferenciada y el aprendizaje entre iguales.

En el **Reino Unido (Escocia)**, todos los alumnos pueden beneficiarse de un apoyo complementario. Las estrategias varían de un centro a otro y son los profesores quienes las deciden. El apoyo puede garantizarse mediante materiales diferenciados y agrupamientos por niveles de capacidad, en base a un modelo de intervención por etapas. Los profesores pueden recibir orientación sobre estrategias de apoyo al alumnado en el aula. En caso de que haya dificultades de aprendizaje más serias, se ofrece apoyo o bien a través de un asistente de apoyo para el alumno, o bien a través de profesores de apoyo al aprendizaje que trabajan conjuntamente con el profesor tutor.

En **Liechtenstein**, desde el año escolar 2011/12, los profesores auxiliares trabajarán en el *gymnasium* (CINE 3) para apoyar a los profesores de las materias de ciencias, por ejemplo, ayudándoles a la hora de realizar experimentos.

Cinco países han puesto en marcha programas nacionales dirigidos al alumnado con bajo rendimiento educativo en todas las materias, incluyendo las ciencias.

En **Bulgaria**, dentro del programa nacional “Cuidando a Cada Alumno”, se encuentra el módulo “Brindar formación adicional para que los alumnos mejoren su nivel de rendimiento”, que cubre todas las materias de la educación general, incluyendo las ciencias naturales. Las clases se imparten en el centro educativo al final de la jornada lectiva.

En **Alemania**, la Resolución de la Conferencia Permanente del 4 marzo 2010 es una estrategia nacional que pretende acompañar a los estudiantes en todas las materias durante un periodo de varios años, para así evitar el fracaso escolar y promover la obtención de los títulos académicos.

En **España**, en consonancia con el principio de atención a la diversidad, hay tres tipos de oferta en los centros educativos en CINE 2. En primer lugar, “los grupos específicos de compensación educativa”, diseñados para prevenir el abandono escolar prematuro a través de una oferta educativa a la medida de los alumnos menores de 16 años que, debido a desventajas socioeducativas o a un entorno inmigrante, se quedan rezagados en la mayoría de las materias del currículo, incluyendo las ciencias naturales. En segundo lugar, los “programas de diversificación curricular” están dirigidos a alumnos que necesitan apoyo

para poder alcanzar los objetivos de aprendizaje de la educación secundaria obligatoria y obtener así la correspondiente certificación. Las autoridades educativas de las Comunidades Autónomas son las responsables de establecer el currículo de estos programas –una de las dos áreas específicas es el campo de las ciencias y la tecnología. En tercer lugar, existen otras medidas de compensación educativa dirigidas a los estudiantes de los últimos dos años de la educación obligatoria que estén muy retrasados en varias materias y tengan actitudes negativas hacia el centro escolar, a la vez que serios problemas de adaptación, mantenido una escolarización tardía o irregular. Entre las materias en cuestión se encuentran las ciencias naturales y la biología, la física y la química.

En **Francia**, en algunas regiones del país se ha puesto en marcha una iniciativa política nacional para hacer frente a determinadas cuestiones sociales y educativas. Su objetivo es luchar contra el impacto de las desigualdades sociales, económicas y culturales a través de la mejora de la educación en aquellas regiones con un bajo rendimiento escolar. Esta política educativa prioritaria implica poner en conexión centros de primaria y secundaria inferior en redes denominadas “Redes de Ambición y Éxito” (*Réseaux ambition réussite – RAR*). Están implicados 254 centros de secundaria inferior y 1.750 centros de primaria ⁽¹⁴⁵⁾. Una RAR está compuesta por un centro educativo de secundaria inferior y los centros vecinos tanto de primaria como de preescolar. Un contrato de cuatro o cinco años entre la *Académie* (autoridad educativa regional) y la RAR garantiza el aumento de la financiación y la supervisión. Los centros educativos son los responsables de implementar proyectos coherentes y mejorar la metodología así como de evaluar los resultados. Aunque la RAR aborda el bajo rendimiento en general sin dedicarle atención especial a las ciencias, hay varios proyectos específicos que persiguen mejorar el rendimiento en esta materia, especialmente a través del enfoque de aprendizaje basado en la investigación ⁽¹⁴⁶⁾. Se pueden mencionar dos ejemplos interesantes: El proyecto *J'aime les sciences* (me gustan las ciencias), implementado en abril de 2010 por la RAR *Pierre Mendès-France de La Rochelle* (*Académie de Poitiers*) ⁽¹⁴⁷⁾, y el proyecto “Cómo Desarrollar el Aprendizaje basado en la Investigación en las Ciencias” (*Une action pour développer la démarche d'investigation en sciences*) llevado a cabo por la RAR *Gérard Philippe* de París ⁽¹⁴⁸⁾.

En **Polonia**, en 2010 se adoptó un conjunto de regulaciones nacionales dirigidas a los alumnos de altas capacidades y a los alumnos con dificultades de aprendizaje y/o sociales. Las nuevas regulaciones enfatizan el uso de un enfoque personalizado con el propósito de fomentar el desarrollo del talento y de los intereses de los alumnos, así como de apoyar a los estudiantes para superar cualquier problema de aprendizaje. Estas medidas también ponen límites a la medida de repetir curso. Se han introducido importantes cambios que suponen que las medidas de apoyo se han de implementar a petición de los alumnos o de sus padres, y se ha suprimido un número mínimo de alumnos por clase. Las formas de apoyo que se recomienda usar con más frecuencia son las clases de recuperación y compensación. Estas nuevas regulaciones se están implementando de forma gradual, primero en los niveles CINE 1 y 2 en 2010/11 y luego en el nivel CINE 3 en 2011/12.

Por último, únicamente dos países han informado sobre iniciativas específicas para apoyar a los alumnos con bajo rendimiento en las materias de ciencias.

En **Francia**, formando parte de los proyectos que se llevaron a cabo entre 2006 y 2009, en un centro escolar de secundaria de Besançon se ofrecía apoyo para los alumnos con bajo rendimiento en ciencias en los dos últimos cursos de CINE 3 ⁽¹⁴⁹⁾. Este apoyo incluía una evaluación a través de un “contrato de confianza” (*évaluation sur contrat de confiance*). Los objetivos eran identificar problemas en cada materia, personalizar el seguimiento de los estudiantes estructurando el apoyo que se les ofrecía, volver a motivarlos para el aprendizaje y restituir la confianza en sí mismos. Cuatro profesores de la materia participaron en esta iniciativa para apoyar a 158 estudiantes de cinco clases. El tiempo dedicado a cada alumno fue de entre dos horas y media y cinco por semana.

Polonia informó sobre tres proyectos diferentes recogidos bajo la acción de “Igualar las oportunidades educativas para alumnos con acceso limitado a la educación y reducir las diferencias en la calidad de la educación”, dentro del Programa Operativo de

⁽¹⁴⁵⁾ <http://www.gouvernement.fr/gouvernement/l-education-prioritaire-et-les-reseaux-ambition-reussite>

⁽¹⁴⁶⁾ <http://www.educationprioritaire.education.fr/index.php?id=43>

⁽¹⁴⁷⁾ http://ww2.ac-poitiers.fr/ed_prio/spip.php?article94

⁽¹⁴⁸⁾ http://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_137774/rar-g-philipe-un-projet-au-service-de-l-acquisition-de-la-demarche-experimentale?cid=p1_90908andportal=piapp1_64152

⁽¹⁴⁹⁾ <http://www.ac-besancon.fr/spip.php?article1317>

Inversión de Capital Humano, con la financiación del Fondo Social Europeo (FSE). Estos tres proyectos se refieren específicamente al apoyo en la enseñanza de las ciencias.

Uno de los proyectos, “Todos tienen una Oportunidad para Triunfar” ⁽¹⁵⁰⁾ (llevado a cabo en un centro de primaria situado en la región de Pomerania Occidental desde la primera mitad de 2010), incluye clases de recuperación en ciencias para alumnos matriculados en quinto curso. Estas clases consisten en actividades para desarrollar y conservar destrezas científicas como el uso del microscopio, y el refuerzo del conocimiento aprendido en las clases de ciencias.

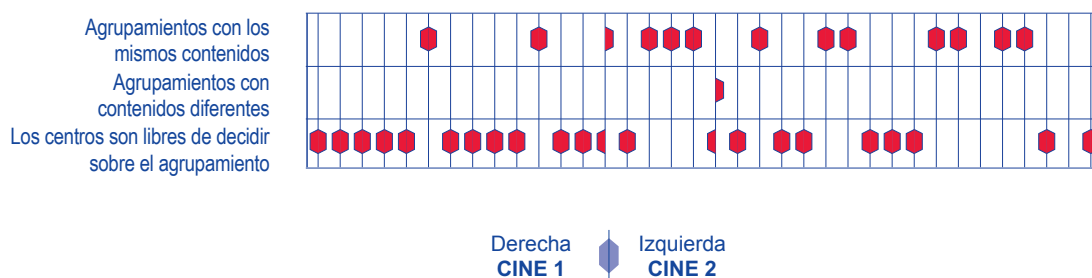
Un segundo proyecto, “Sueños que Realizar –Iguando las Oportunidades Educativas”, ha estado en funcionamiento en un *gymnazjum* (CINE 2) de Głogów entre septiembre de 2009 y agosto de 2011 ⁽¹⁵¹⁾. Como parte del proyecto se dan clases compensatorias adicionales de química y física. Los primeros resultados de finales del primer año muestran altos niveles de rendimiento por parte de los estudiantes de ciencias en los concursos escolares de química.

Se ha llevado a cabo un proyecto similar “Aumentando el Rendimiento Educativo de alumnos de CINE 1” (*Podnoszenie osiągnięć edukacyjnych uczniów szkół podstawowych województwa kujawsko-pomorskiego*) ⁽¹⁵²⁾ en la región de Kuyavia y Pomerania. Este proyecto está gestionado por el Centro regional de Formación del Profesorado de Bydgoszcz, y cuenta con 225 centros educativos de primaria en la región y con un número total de 7.000 alumnos de sexto curso, a los que se les dan clases de recuperación y compensación en ciencias en estos centros.

Agrupamiento por nivel de capacidad

El término “agrupamiento por nivel de capacidad” hace referencia a una práctica que consiste en agrupar al alumnado según su capacidad o nivel de rendimiento para que los niveles de capacidad de una clase sean más uniformes. En los centros educativos se utilizan diferentes formas de agrupamiento por capacidad, siendo la más común el agrupamiento por capacidad dentro de una misma clase (Slavin, 1987). Aunque el agrupamiento por capacidad puede también utilizarse con alumnado con necesidades educativas especiales, este tipo de oferta no se tiene en cuenta en esta sección.

◆◆◆ Gráfico 3.6: Agrupamiento por nivel de capacidad dentro de la clase de ciencias, según las recomendaciones de los documentos oficiales (CINE 1 y 2), 2010/11



Fuente: Eurydice.

UK (*) = UK-ENG/WLS/NIR

Nota específica de los países

Reino Unido: el agrupamiento por nivel de capacidad no está oficialmente recomendado pero se usa a menudo en los centros educativos.



En la mayoría de los países, en ambos niveles educativos (CINE 1 y 2), los documentos oficiales prescriben o recomiendan que a todos los estudiantes se les enseñen los mismos contenidos de la materia, independientemente de su nivel de capacidad. En Chipre, esto sólo se aplica al nivel de educación primaria; en secundaria inferior se aplica el agrupamiento por niveles de capacidad y se recomienda enseñar los mismos

⁽¹⁵⁰⁾ http://www.sp6.szkoła.pl/pages/program_gosiak.pdf

⁽¹⁵¹⁾ http://www.marzenia.gim5.glogow.pl/viewpage.php?page_id=1

⁽¹⁵²⁾ http://projektunijny.cen.bydgoszcz.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=7

contenidos para todos los estudiantes, pero se imparte en diferentes niveles de dificultad. En Italia, aunque no se recomienda el agrupamiento por niveles de capacidad, los documentos del Ministerio de Educación exigen que se desarrollen planes personalizados para poder tener en cuenta el ritmo de aprendizaje de cada alumno. Cada centro escolar es libre de decidir cómo implementar los requisitos.

Trece países (incluyendo Chipre, mencionado anteriormente) informan de que las recomendaciones estipulan que se debe agrupar a los estudiantes por niveles de capacidad en las materias de ciencias, pero se les debe impartir los mismos contenidos en ambos niveles CINE 1 y 2.

En **España**, en CINE 1 y 2 los centros escolares implementan acciones y programas para prevenir y superar las dificultades de aprendizaje menores, a través del ajuste del currículum establecido sin cambiar ninguno de sus elementos básicos, de modo que todos los alumnos puedan alcanzar los objetivos generales establecidos para su curso, etapa y/o nivel. Las medidas de apoyo pueden afectar a la organización de la enseñanza o del currículum. Por ejemplo, una de estas medidas permite que los centros educativos lleven a cabo agrupamientos flexibles de los estudiantes de manera que los estudiantes puedan unirse al grupo con su mismo nivel de capacidad durante el curso escolar, en función de su progreso. Los profesores pueden también hacer pequeñas modificaciones del currículum para uno o más alumnos, tales como la variación de la temporalización de los objetivos o de la enseñanza de los contenidos de la materia, así como cambios en la metodología. Este tipo de modificaciones no deberían alterar los elementos básicos del currículum (objetivos, contenidos y criterios de evaluación).

Malta es el único país donde los estudiantes pueden ser agrupados según su nivel de capacidad y donde, como resultado, se les enseñan contenidos diferentes de la materia. Sin embargo, esta práctica sólo se lleva a cabo en el nivel CINE 2 y se irá eliminando gradualmente en los años venideros.

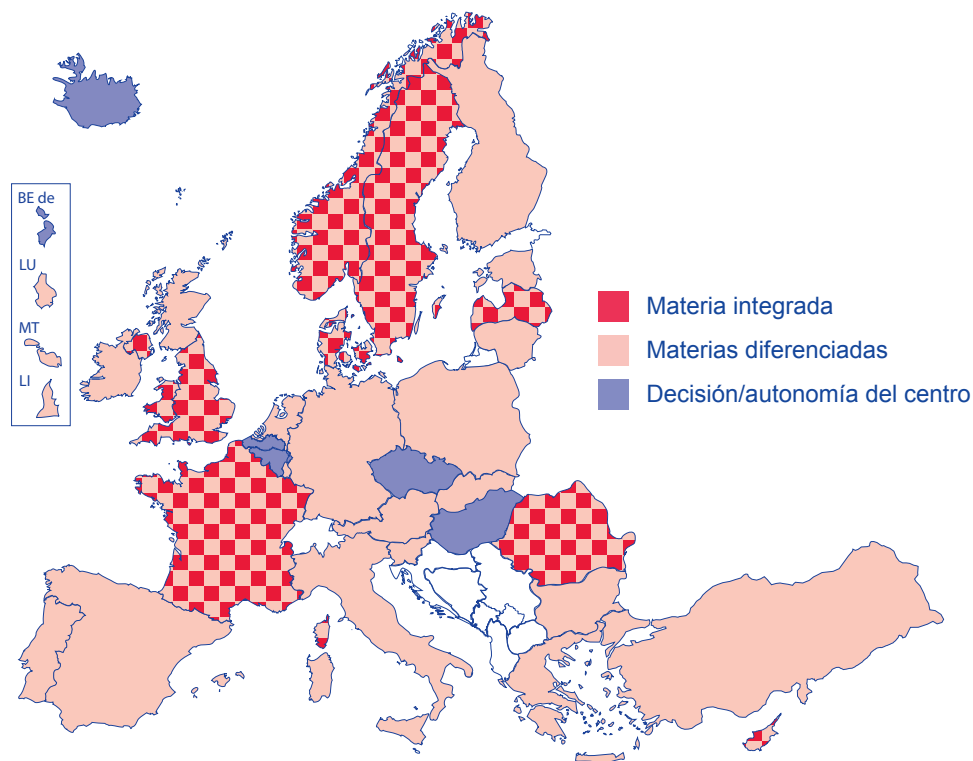
3.5. La organización de la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria superior general

Al igual que sucede en la educación obligatoria, la forma en la que se imparten las materias de ciencias de la educación secundaria superior varía de un país a otro (véase el gráfico 3.7). Es más, puesto que este nivel educativo a menudo se imparte en diferentes modalidades/itinerarios educativos, se pueden encontrar diferentes formas de organizar la enseñanza de las ciencias en función de la modalidad que imparta el centro educativo. Como es de esperar, en las modalidades de artes y humanidades el estudio de las ciencias es menor que en las modalidades de ciencias.

Como muestra el gráfico 3.7, en casi todos los países o regiones de Europa los currículos nacionales para la educación secundaria superior general consideran las ciencias como materias diferenciadas. En algunos países (Dinamarca, Francia, Chipre, Letonia, Rumanía, Suecia, el Reino Unido –Inglaterra, Gales, Irlanda del Norte– y Noruega) se ha adoptado también un enfoque integrado de las ciencias. Por ejemplo, en Francia, con la reforma del *lycée* iniciada en 2010, el curso optativo integrado *enseignement d'exploration* se ha ido introduciendo progresivamente de forma adicional a las materias de ciencias diferenciadas. Este curso ofrece algunas áreas temáticas relacionadas con las ciencias y pretende ayudar a los estudiantes en su orientación educativa y profesional. En Rumanía, la enseñanza de las ciencias bajo el enfoque integrado se practica únicamente en algunas ramas. En Chipre y Noruega, las ciencias se imparten como materia integrada únicamente en el primer curso de CINE 3. Posteriormente, se imparte como materias diferenciadas. En otros países, como por ejemplo Bélgica, la República Checa, Irlanda (para el primer curso), Hungría e Islandia, los centros deciden ellos mismos la forma en que se enseñan las ciencias. Por ejemplo, en la República Checa, las ciencias están incluidas en el currículum nacional en el área temática “Las personas y la naturaleza”, aunque cada centro educativo es libre para organizar la enseñanza de las ciencias como un área integrada del currículum o como materias diferenciadas.

En casi todos los países europeos, las asignaturas de ciencias en el currículum nacional son obligatorias para todos los estudiantes de CINE 3. No obstante, no a todos los estudiantes se les enseñan las ciencias

◆◆◆ Gráfico 3.7: La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria superior general, según las recomendaciones de los documentos oficiales (CINE 3), 2010/11



Fuente: Eurydice.

Notas específicas de los países

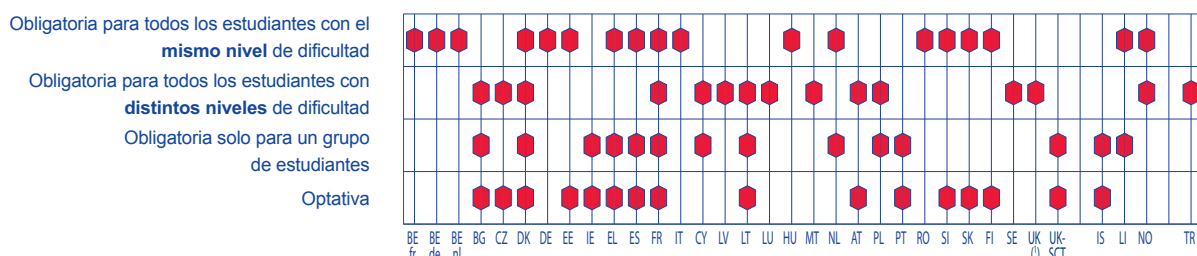
Italia: la información solo se refiere al *Liceo* especializado en la enseñanza de las ciencias.

Reino Unido: siguiendo los programas de estudio de la nueva *Key Stage 4*, en 2009 se publicaron los nuevos criterios sobre materias para las ciencias del Certificado General de Educación Secundaria (*GCSE*). Las instituciones que los otorgan están en este momento desarrollando especificaciones para las materias basándose en estos criterios, para implementar la enseñanza a partir de 2011.



con el mismo nivel de dificultad. Normalmente depende de los cursos y/o de los itinerarios educativos elegidos por ellos (para más información sobre las distintas materias impartidas, véase la tabla 2 en el anexo)

◆◆◆ Gráfico 3.8: Estatus de la(s) materia(s) de ciencias de la educación secundaria superior (CINE 3), según las recomendaciones de los documentos oficiales, 2010/11



Fuente: Eurydice.

UK (1) = UK-ENG/WLS/NIR

Notas específicas de los países

Grecia: las materias de ciencias son obligatorias para todos los estudiantes con el mismo nivel de dificultad únicamente en el primer curso de CINE 3.

España: las materias optativas están reguladas por las Comunidades Autónomas y los centros educativos, de acuerdo con las regulaciones que establece el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, que estipula que es decisión de los centros educativos programar sus materias optativas de acuerdo con la demanda de los estudiantes y teniendo en cuenta su personal docente.

Italia: la información se refiere al *Liceo* especializado en la enseñanza de las ciencias.

Polonia: La enseñanza de las ciencias en el nivel básico termina después del segundo curso del programa de educación secundaria superior general de tres años. En el nivel ampliado, las ciencias se imparten durante todo el periodo de la educación secundaria superior.

Eslovenia y Finlandia: en general, los estudiantes de educación secundaria superior tienen cursos obligatorios de biología, geografía, física y química, pero pueden elegir también cursos de especialización optativos.

Eslovaquia: las materias de ciencias son optativas en el último curso de CINE 3 para aquellos estudiantes que no eligen una materia de ciencias para el examen final.



No obstante, en varios países (por ejemplo, Dinamarca, Grecia, Hungría, Liechtenstein y Noruega) no todas las materias de ciencias son obligatorias en todos los cursos de CINE 3. En Malta, en CINE 3 todos los estudiantes deben elegir al menos una materia de entre un grupo de materias de ciencias, aunque puede ser en un nivel diferente de estudio.

En varios casos (Bulgaria, la República Checa, Grecia, Francia, Chipre, Polonia, Eslovenia y el Reino Unido), las asignaturas de ciencias son obligatorias para todos los estudiantes únicamente durante los primeros años de la educación secundaria superior. En algunos países (Irlanda, Austria, Portugal, el Reino Unido –Escocia, Liechtenstein e Islandia), estas materias son, o bien obligatorias sólo para determinados estudiantes en ramas especializadas de la educación general secundaria superior, o bien se consideran no obligatorias/optativas.

3.6. Libros de texto, material didáctico y actividades extracurriculares

La calidad de la enseñanza de las ciencias se ve afectada no sólo por la elección del enfoque metodológico y de los contenidos apropiados de la materia, sino también por los tipos de material didáctico utilizado durante las clases. Las actividades complementarias de ciencias organizadas fuera del currículo habitual pueden también contribuir a aumentar la motivación y los niveles de rendimiento.

3.6.1. Libros de texto y material didáctico

En general, en todos los países los libros de texto tienen que cumplir requisitos en cuanto a objetivos educativos o recomendaciones establecidas en los documentos oficiales. Como consecuencia, en ningún país existen pautas específicas para los autores de los libros de texto de ciencias. Como en el resto de las materias, en todos los niveles los profesores y los centros educativos tienen libertad para elegir los libros de texto que utilizarán, aunque pueden estar obligados a escoger de entre una lista establecida y aprobada por el ministerio.

En Lituania se ha realizado un estudio para analizar la idoneidad de los libros de texto para el desarrollo de las competencias. Se examinaron todos los juegos de libros de texto de ciencias publicados entre 2004 y 2009 para los cursos quinto a octavo. El informe del estudio se publicó en noviembre de 2010 ⁽¹⁵³⁾.

En Irlanda se está llevando a cabo una revisión de los planes de estudio de las tres principales materias de ciencias –física, química y biología– en CINE 3. Las razones para llevar a cabo la reforma de estos planes de estudio incluyen: la necesidad de armonizar estos planes de estudio con los planes de estudios de ciencias introducidos en 2003 en CINE 2; la escasa participación en las materias de ciencias físicas; y la necesidad de disponer de un elemento de evaluación práctica que complemente la evaluación escrita en el examen final. Los objetivos principales de las reformas son: rediseñar los planes de estudio en términos de resultados de aprendizaje; introducir en la enseñanza y el aprendizaje un enfoque basado en la investigación; establecer

⁽¹⁵³⁾ http://mokomes5-8.pedagogika.lt/images/stories/Vadoveliu_analizes_failai/Vadoveliu%20tyrimo%20ataskaita%202011-01-14.pdf

un modelo de evaluación práctica válido y fiable; dar mayor relevancia al rendimiento de los estudiantes en competencias clave como el pensamiento crítico y creativo, el procesamiento de la información, la comunicación, la eficacia personal y el trabajar con otros. La fecha para la implementación de los planes de estudios revisados está todavía pendiente de acordarse.

En varios países el desarrollo de materiales didácticos de ciencias es objeto de iniciativas específicas o forma parte de actividades específicas para la promoción de la enseñanza de las ciencias. Los centros de ciencias, como en Portugal y Noruega, también facilitan materiales didácticos (para más información sobre centros de ciencias, véase el capítulo 2).

En **Noruega**, el Ministerio de Educación e Investigación junto con el Ministerio del Medio Ambiente inició en 2008 “La cartera natural”. Este conjunto se origina en los currículos de las materias troncales de la enseñanza de las ciencias, los estudios sociales, la alimentación y la salud, y la educación física. Ayuda a reforzar la curiosidad y el conocimiento de los fenómenos naturales, la concienciación para un desarrollo sostenible y aumenta el compromiso medioambiental de alumnos y profesores de primaria y secundaria inferior.

La colaboración **francesa** *la Main à la pâte* está muy centrada en el desarrollo de materiales didácticos para promover el aprendizaje por investigación. La página web ofrece acceso gratuito a unidades didácticas recomendadas para determinados niveles educativos y que versan sobre un amplio abanico de temas relacionados con las ciencias naturales ⁽¹⁵⁴⁾.

De forma similar, la versión **alemana** del proyecto francés *la Main à la pâte* (*Sonnentaler*) ofrece a profesores y centros educativos material organizado de forma análoga y de manera totalmente gratuita ⁽¹⁵⁵⁾.

En **Letonia**, en el marco del programa nacional “Ciencias y Matemáticas” ⁽¹⁵⁶⁾ se han desarrollado materiales de apoyo (material electrónico, trabajos impresos, películas educativas) para el profesorado de los centros educativos de secundaria.

En el **Reino Unido**, la página web creada por el Programa Triple de Apoyo a las Ciencias (que introduce cursos para GCSE de física, química y biología) ofrece material didáctico y permite que los profesionales compartan ideas y recursos, y que accedan al conocimiento y la información.

Los proyectos europeos también ofrecen guías sobre procedimientos para el aprendizaje basado en la investigación, así como recursos didácticos en inglés, que se pueden descargar gratuitamente. Por ejemplo, la enseñanza de las ciencias basada en la investigación fue un objetivo principal de *Pollen* ⁽¹⁵⁷⁾, el proyecto centrado en la creación de 12 Ciudades Semilla diseminadas por toda la Unión Europea (una Ciudad Semilla es un “territorio educativo” que respalda la educación de las ciencias en primaria)

3.6.2. Actividades extracurriculares

Las actividades extracurriculares se definen como actividades diseñadas para los jóvenes en edad escolar que tienen lugar fuera del horario lectivo. Algunos sistemas o centros educativos ofrecen actividades financiadas o subvencionadas con fondos públicos durante los descansos para comer, después del horario escolar, los fines de semana o durante las vacaciones escolares (EACEA/Eurydice, 2009a).

Menos de la mitad de los países europeos cuentan con directrices a nivel central o recomendaciones específicas que fomenten que los centros educativos ofrezcan actividades extracurriculares de ciencias. En siete países, las autoridades educativas recomiendan que los centros ofrezcan actividades relacionadas con las ciencias fuera del horario lectivo. El objetivo más común a la hora de organizar dichas actividades es complementar el currículo de ciencias y ayudar a los alumnos alcanzar los objetivos establecidos. Ese

⁽¹⁵⁴⁾ http://lamap.inrp.fr/?Page_Id=2

⁽¹⁵⁵⁾ www.sonnentaler.org

⁽¹⁵⁶⁾ <http://www.dzm.lv/>

⁽¹⁵⁷⁾ www.pollen-europa.net

es el caso de Estonia, Eslovenia, Finlandia y Noruega. En Bélgica (Comunidad germanófona) y Turquía, además de servir de refuerzo a lo que se ha enseñado en la clase, las actividades extraescolares ofrecen una oportunidad para desarrollar enfoques de aprendizaje basado en la investigación para los estudiantes. En Lituania, las actividades extracurriculares tienen un tercer objetivo, que es motivar a los estudiantes para que aprendan ciencias. En otros seis países, las directrices y recomendaciones especifican que las actividades extracurriculares de ciencias ya existentes deberían centrarse en determinados grupos de alumnos.

En **España**, los centros públicos ofrecen actividades extracurriculares voluntarias, que, en ocasiones, pueden centrarse sobre contenidos relacionados con las ciencias. En paralelo, el Ministerio de Educación puso en marcha un Programa de Refuerzo, Orientación y Apoyo (PROA) ⁽¹⁵⁸⁾. Este plan aspira a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes con dificultades de aprendizaje, ofreciéndoles actividades extracurriculares adicionales y apoyo individualizado. El PROA también pretende complementar el currículo y ayudar a los alumnos a alcanzar los objetivos establecidos en él.

En Bulgaria, la República Checa, Estonia y Lituania los proyectos y programas que ofrecen actividades extracurriculares de ciencias están especialmente diseñados para los alumnos con mayor capacidad y talento (para más información, véase el apartado 2.4)

Finalmente, en la República Checa y en España existen directrices y recomendaciones sobre la oferta de actividades extracurriculares, pero no especifican si estas actividades deberían centrarse en la enseñanza de las ciencias. En España, cada Comunidad Autónoma ha desarrollado su propia normativa que regula la organización de las actividades extracurriculares, en las que puede abordarse cualquier materia del currículo o cualquier otra área fuera del currículo normal.

Aunque en la mayoría de los países no existen directrices sobre las actividades extracurriculares, se reconoce el derecho de los centros educativos a ofertar actividades fuera del horario lectivo, de modo que pueden decidir si las dedican a las materias de ciencias. Algunos países mencionan ejemplos de buena práctica en la promoción de la educación de las ciencias fuera del horario lectivo. La actividad más común sobre la que se informa adopta el formato del club de ciencias. El objetivo de esta actividad es fomentar el conocimiento de las ciencias y se oferta durante el descanso a mitad del día o después de las clases. Los estudiantes desarrollan proyectos de investigación sobre temas que les interesan. Los clubs de ciencias se ofertan en Francia, Letonia, Malta, Austria, Polonia, Portugal, Rumanía y el Reino Unido.

En **Polonia**, se ofrecen clases de ciencias fuera del horario lectivo en el marco del programa “La Academia del Alumno –Proyectos Matemático-Científicos en Centros de Secundaria Inferior” (*Akademia uczniowska. Projekty matematyczno-przyrodnicze w gimnazjach*) ⁽¹⁵⁹⁾, implementado por el Centro para la Educación de la Ciudadanía (CEO). El principal objetivo del programa es fomentar los métodos de laboratorio en las materias de ciencias. Más de 300 centros de secundaria inferior de Polonia ofrecerán estas clases extracurriculares de ciencias dentro de los clubs de ciencias del centro escolar. El programa contará con alrededor de 35.000 estudiantes en el curso 2010/11.

En el **Reino Unido**, los centros educativos son libres para organizar sus propias actividades escolares de ciencias en CINE 1 y 2. Adicionalmente, se han puesto en marcha dos iniciativas independientes en el marco de STEMNET. Una en **Inglaterra**, el programa de Clubs Extraescolares de Ciencias e Ingeniería (ASSEC), que pretende inspirar a los estudiantes de la *key stage* 3 con edades comprendidas entre 11 y 14 años (CINE 2) para que aprendan y disfruten de las ciencias y la ingeniería; la otra, en **Escocia**, se trata de un proyecto de dos años que creó en 2008 los clubs STEM en algunos centros de secundaria escoceses, así como en los centros de primaria adscritos a estos. Los clubs se crearon con una mezcla de alumnos del último curso de CINE 1 y el primer curso de CINE 2. Estos generaron oportunidades para acoger actividades adicionales de ciencias y así ayudar a fortalecer el aprendizaje de las ciencias en el aula. El proyecto se mantuvo durante 2010/11.

⁽¹⁵⁸⁾ <http://www.educacion.es/educacion/comunidades-autonomas/programas-cooperacion/plan-proa.html>

⁽¹⁵⁹⁾ http://www.ceo.org.pl/portal/b_au_o_programie

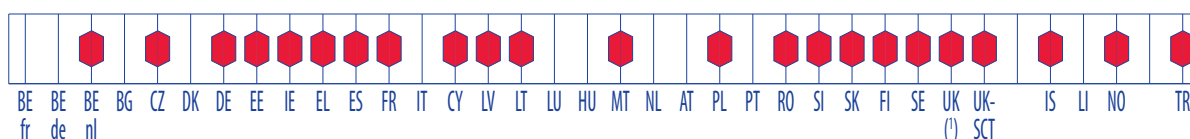
Sólo España oferta actividades extracurriculares dirigidas a aumentar la motivación de las chicas para estudiar ciencias.

Los centros educativos y los profesores organizan actividades extracurriculares de ciencias con la intención específica de motivar a las chicas para que participen en las ciencias y animarlas a que continúen en carreras de ciencias. Por ejemplo, en la Comunidad Autónoma de Galicia, los centros educativos invitan a mujeres científicas del Seminario de Mujeres y Universidad (*Seminario Mulleres e Universidad – SMU*), de la Universidad de Santiago de Compostela, para que compartan sus experiencias, en tanto que mujeres que participan en investigaciones científicas, con alumnos de CINE 3 ⁽¹⁶⁰⁾.

3.7. Reformas curriculares

Varios países están llevando a cabo reformas curriculares en la actualidad o han realizado este tipo de reformas recientemente; entre 2005 y 2011 más de la mitad de los países europeos introdujeron reformas en sus currículos de educación primaria y secundaria, o están en proceso de planificar reformas de este tipo. La gran mayoría de estas reformas tuvieron como detonante la necesidad de adaptar los currículos (incluyendo los de las materias de ciencias) al enfoque de competencias claves de la UE (Recomendaciones del Consejo, 2006).

◆◆◆ Gráfico 3.9: Países involucrados en reformas del currículo, incluyendo las ciencias (CINE 1-3), entre 2005 y 2011



Fuente: Eurydice.

UK (1) = UK-ENG/WLS/NIR



No obstante, algunas de estas reformas se centran de manera especial en las ciencias. En Estonia, Letonia y Polonia se está realizando una reforma muy completa del currículo de ciencias en los tres niveles educativos.

En **Estonia**, en enero de 2010 el gobierno aprobó el nuevo currículo nacional para CINE 1, 2 y 3. En él se pone especial énfasis en una enseñanza de las ciencias basada en la investigación y se recomienda prestar especial atención a la promoción de actitudes positivas hacia las matemáticas, las ciencias y la tecnología. Los temas para todas las materias de ciencias (ciencia general, biología, química, física) incorporan una lista de actividades prácticas, de trabajos de laboratorio y pautas para su implementación. Los objetivos principales de la renovación del currículo eran promover el conocimiento científico y tecnológico de los estudiantes, modernizar los contenidos del currículo, reducir la carga de estudio de los estudiantes, e introducir enfoques dirigidos por los estudiantes y métodos de aprendizaje activos. También se indican posibilidades complementarias sobre el uso de las TIC. Los resultados del aprendizaje se formulan de manera más concreta, lo que es un buen punto de partida para el desarrollo de materiales para profesores y estudiantes. Se ha prestado más atención al desarrollo de la motivación personal de los estudiantes y la implementación de métodos de aprendizaje activos. La posibilidad de dividir las clases en grupos más pequeños en las sesiones de ciencias ha supuesto un cambio importante. El nuevo curriculum nacional para los centros educativos de secundaria superior establece que los centros tienen que desarrollar sus ámbitos de estudio (cada centro educativo debería desarrollar en total tres ámbitos de estudio); uno de ellos debe centrarse en las ciencias y la tecnología y debe ofrecer cursos optativos y obligatorios. Los nuevos currículos se implementarán a partir del comienzo del año académico 2011/12.

En **Letonia**, en el periodo de 2005 a 2008 se implementó el programa nacional para el desarrollo del currículo de ciencias y matemáticas para la educación secundaria superior, con el respaldo económico de la Unión Europea. Como resultado del proyecto, todos los centros educativos de secundaria recibieron nuevos y modernos materiales de estudio para la química, la biología, la física, las matemáticas y las ciencias para el alumnado de los cursos 10º a 12º. Los estudiantes de secundaria llevan estudiando ciencias y matemáticas según los nuevos estándares desde el año escolar 2008/09.

⁽¹⁶⁰⁾ <http://193.144.91.54/smu/>

Durante el desarrollo del nuevo currículo, los expertos del proyecto han intentado cambiar la filosofía de enseñanza de los centros escolares: han intentado pasar de la transmisión de conocimiento al aprendizaje de destrezas; de la adquisición de conocimiento y algoritmos científicos al aprendizaje de destrezas por descubrimiento de los propios estudiantes; del estudiante como participante pasivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje al estudiante como participante activo; y del profesor como fuente de conocimiento al profesor como asesor. Uno de los resultados del proyecto es la implementación de un currículo actualizado acorde con las demandas del mundo moderno para los cursos 10º-12º en biología, química, física y ciencias naturales.

Las reformas para el nivel CINE 3 están en fase de implementación; las reformas en CINE 2 (cursos 7º a 9º) se encuentran todavía en fase piloto. El análisis de los resultados de la fase piloto y el sistema de seguimiento están en proceso de elaboración.

En **Polonia**, la reforma curricular de las materias de ciencias se centró en: enseñar tanto capacidades prácticas (realización de experimentos de laboratorio y trabajo de campo) como intelectuales (razonamientos de causa y efecto, deducción, procesamiento y creación de información, etc.); restaurar el significado del método de laboratorio; ofrecer una mayor diferenciación entre los niveles de conocimiento dentro de los programas básicos en la tercera y cuarta etapa de la educación, manteniendo al mismo tiempo su coherencia; asegurar la continuidad de la enseñanza de las ciencias entre CINE 1 y CINE 3, al tiempo que se mantienen niveles adecuados de conocimiento y destrezas y se usan métodos de enseñanza apropiados para cada etapa. El currículo básico incluye recomendaciones europeas para la enseñanza de las ciencias en el nivel CINE 2, y con él se pretende motivar, evocar el interés de los estudiantes y dotarles de capacidades para el estudio posterior de estas materias en la vida diaria. En 2010, la Junta Central de Exámenes anunció la reformulación del examen final de la secundaria inferior para 2011/2012, en el que la parte de las ciencias (geografía, biología, química y física) se ha separado de la parte que antes combinaba matemáticas y ciencias.

Bélgica (Comunidad flamenca), Grecia y Chipre están en este momento llevando a cabo reorganizaciones importantes de sus currículos de ciencias.

En **Bélgica (Comunidad flamenca)**, el Departamento de Educación realizó en 2005 un estudio con el objetivo de averiguar hasta qué punto los alumnos de primaria alcanzaban los objetivos finales en el área de aprendizaje "orientación para el mundo". En 2006, se organizó un estudio similar para la biología en secundaria inferior. Los resultados de ambos estudios provocaron un debate de calidad entre todos los participantes sobre estos objetivos finales. Como consecuencia, se han realizado cambios en la primera etapa de la educación secundaria, especialmente en los objetivos finales de biología, en determinados objetivos de física y en algunos enfoques de química. Entraron en vigor el 1 de septiembre de 2010. El principio fundamental subyacente era mejorar el conocimiento de las ciencias. En los próximos años se planea actualizar los objetivos finales de las ciencias naturales en la segunda y tercera etapa de la educación secundaria, a modo de continuación de los cambios realizados en la primera etapa.

En **Grecia**, en 2009/10 el Ministerio de Educación, Formación Permanente y Asuntos Religiosos puso en marcha comités que delimitaron el material que se debía impartir y prepararon nuevos materiales didácticos para varias materias, incluyendo las ciencias. La intención era evitar la repetición y asegurar una mejor coordinación entre los diferentes cursos. El Ministerio de Educación también anunció cambios radicales en los currículos, así como una formación permanente sistemática para los profesores, con vistas a optimizar la calidad de la enseñanza ofrecida y ofrecer una mejor continuidad entre los niveles CINE 1 y 2.

En **Irlanda** está en proceso una profunda revisión de todo el currículo del nivel CINE 2. Se propone convertir las ciencias en una de las cuatro materias básicas obligatorias. En la actualidad las ciencias no son obligatorias, aunque casi el 90% de los estudiantes las eligen en el examen final.

En **Chipre**, los cambios principales en el nuevo currículo de ciencias tienen que ver con la modernización de los contenidos y se enmarcan en una reforma educativa más amplia que introduce el concepto de competencias clave. Esto incluye el uso de situaciones reales de la vida diaria como instrumento y objeto de estudio, relacionando las capacidades científicas con el desarrollo de las competencias clave de los alumnos y con los requisitos para una ciudadanía democrática, promoviendo la resolución de problemas y el uso de las TIC. Se ha prestado mayor atención a la incorporación de escenarios de la vida cotidiana en la evaluación. Los cambios atañen a los niveles CINE 1 y 2. La formación de los docentes y el pilotaje del material está actualmente en progreso, si bien está previsto que la implementación gradual de los nuevos currículos comience a finales de 2011.

Las reformas algo anteriores llevadas a cabo en la República Checa, España y el Reino Unido se centraron en la introducción de reformas curriculares más amplias y de exámenes finales especiales de ciencias (UK).

En 2007, la reforma del currículo en la **República Checa** permitió que se implementaran diferentes modelos de enseñanza de las ciencias de acuerdo con las necesidades de los estudiantes y los centros educativos. La enseñanza de las ciencias está basada en el área “Las personas y la naturaleza” (“Las personas y su mundo”, en la primera etapa de la educación básica – CINE 1); a partir de esta área los centros escolares pueden establecer materias específicas, ya sean integradas o diferenciadas. Esto representa una oportunidad para crear una variedad de materias optativas y obligatorias y hacer uso de proyectos y otras actividades educativas; no obstante, se deben alcanzar los resultados educativos esperados que se establecen en el currículo.

En **España**, en 2006, los cambios curriculares más significativos (además de la introducción de las competencias clave en la educación obligatoria) afectaron al nivel CINE 3: la introducción de una nueva materia obligatoria, “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” (primer año de Bachillerato) para todos los estudiantes fue una iniciativa que subrayaba la importancia de la cultura científica como parte de los conocimientos básicos. La materia “Geología” del último año de CINE 3 (12º curso) fue sustituida por “Ciencias de la Tierra y medioambientales”, cubriendo así el contenido de ambas disciplinas.

En el **Reino Unido**, después de 2007/08 se han revisado el currículo y el sistema de exámenes con el objetivo, entre otros, de aumentar el derecho de los jóvenes a acceder a cursos separados de ciencias GCSE y de reducir el contenido fáctico del currículo para permitir una enseñanza más atractiva e innovadora en los niveles CINE 2 y 3. Por ejemplo, en Inglaterra los estudiantes que alcancen al menos el nivel seis en ciencias en la *Key Stage 3* (nivel de rendimiento esperado a los 14 años) tienen ahora derecho a acceder a enseñanzas de tres ciencias (biología, física y química), aunque esto no está recogido legalmente. La Comunidad de las Tres Ciencias, perteneciente a la Red de Aprendizaje y Competencias (LSN), ha desarrollado un programa genérico para ayudar a todos los centros a planificar, desarrollar e implementar las tres ciencias, y ofrecerá apoyo más intensivo a un pequeño número de centros educativos con necesidad de atención adicional.

Se puede observar un desarrollo similar en Suecia y Noruega. En **Suecia**, se ha iniciado un proyecto piloto con un programa centrado en las matemáticas y las ciencias naturales de secundaria superior –“enseñanza de competencias máximas”– que será posteriormente evaluado. En 2012 se pondrá en marcha un nuevo tipo de centro escolar de secundaria superior, con contenidos diferenciados por materias para diferentes programas y que respaldará el desarrollo de distintas materias, ciencias incluidas.

En **Noruega**, en la rama de ciencias naturales y matemáticas de la educación secundaria superior se han introducido dos nuevas materias: “Tecnología y teoría de la investigación” y “Geociencias”.

En Italia la enseñanza innovadora de las ciencias está siendo objeto de debate; y en Malta, se está elaborando en este momento un plan nacional para la enseñanza de las ciencias.

En **Italia**, el ministerio y el grupo Berlinguer han propuesto recientemente un estudio sobre el uso de métodos innovadores en la enseñanza de las ciencias. El estudio se inició con un taller celebrado en Roma el 2010 al que siguió un debate a través de Internet entre expertos en el campo, con el objetivo de elaborar propuestas de métodos didácticos innovadores en ciencias, incluyendo el uso de las nuevas tecnologías. Se espera que las propuestas vean la luz a finales de 2011 y se aplicarán a los niveles CINE 1, 2 y 3.

En **Malta**, en el marco de una nueva estrategia para la enseñanza de las ciencias, las reformas curriculares que se proponen recogen aspectos como: mayor énfasis en la enseñanza de las ciencias en primaria, tanto en términos de cantidad como de calidad de la enseñanza; un enfoque práctico mejorado en el nivel CINE 1 y un enfoque integrado de las ciencias en el nivel CINE 2.

Resumen

A partir de la información disponible, se diría que en todos los países europeos la enseñanza de las ciencias se inicia con una materia general integrada. Las ciencias se imparten de esta manera a lo largo de la educación primaria prácticamente en todos los países, y continúan bajo este modelo durante uno o dos años de la educación secundaria inferior, es decir, entre seis y ocho años en total. En seis sistemas educativos, las ciencias se enseñan como materia integrada a lo largo de la secundaria inferior, como en la educación primaria. En general, las ciencias como materia integrada se denominan simplemente “Ciencias” o bien se les conoce por un término que hace referencia al mundo, al medio ambiente o a la tecnología.

Así pues, en la mayoría de los países hacia el final de la secundaria inferior la enseñanza de las ciencias comienza a dividirse en las materias diferenciadas de biología, química y física. No obstante, en muchos países se sigue haciendo hincapié en las conexiones entre las diferentes asignaturas de ciencias, y los documentos oficiales suelen poner de manifiesto los vínculos entre las materias y animan a los profesores a aplicar enfoques interdisciplinarios siempre que sea posible.

Con objeto de aumentar los niveles de motivación e interés por las ciencias, se considera útil prestar atención especial a las experiencias de la vida real de los estudiantes y a los debates sobre aspectos sociales o filosóficos de las ciencias. En los países europeos, los temas relacionados con el contexto que más a menudo se recomiendan son los que tienen que ver con las cuestiones sociales contemporáneas. En casi todos los países europeos se recomienda el debate en clase de ciencias sobre las preocupaciones medioambientales y sobre la aplicación de los logros científicos a la vida cotidiana. Los temas más abstractos relacionados con el método científico, la naturaleza de las ciencias o la producción de conocimiento científico tienden a reservarse para la enseñanza de las ciencias como materias diferenciadas, lo que corresponde a los últimos años escolares de la mayoría de los países europeos.

Las actividades recomendadas para la enseñanza de las ciencias en primaria suelen ser el trabajo cooperativo, las actividades prácticas y experimentales o por proyectos, y, en menor medida, cuestiones más abstractas, como debates sobre ciencia y sociedad, si bien este tipo de actividades se mencionan con más frecuencia en niveles educativos posteriores. No obstante, desde primaria en adelante, en general, los documentos oficiales de los países europeos parecen contemplar distintos enfoques activos, participativos y basados en la investigación.

No existen en ningún país europeo políticas específicas para apoyar a los alumnos con bajo rendimiento en ciencias. En líneas generales, el apoyo en ciencias se integra en los países dentro del marco de apoyo general para alumnos con dificultades en cualquier materia. Los países informan de que cuentan con muy pocas iniciativas específicas para ciencias en el nivel escolar. Las medidas de apoyo más comunes son la enseñanza diferenciada, la atención individualizada, el aprendizaje entre iguales, las tutorías y el agrupamiento por niveles de capacidad. Los pequeños grupos de apoyo educativo se organizan normalmente fuera del horario lectivo. En la mayoría de los países, el agrupamiento por niveles de capacidad no se aplica a las materias de ciencias en el nivel de primaria o secundaria inferior. En los países en los que es práctica habitual el agrupamiento por niveles de capacidad, los documentos oficiales recomiendan enseñar los mismos contenidos de la materia para todos los niveles de capacidad, pero impartidos con diferentes niveles de dificultad.

Como ocurre en la educación obligatoria, en secundaria superior (CINE 3) las ciencias pueden impartirse como materias diferenciadas o, alternativamente, agrupadas en un área curricular integrada. La gran mayoría de los países europeos se acoge a un enfoque de materias diferenciadas. No obstante, en seis países convive una enseñanza integrada de las ciencias con un enfoque en materias diferenciadas. En algunos países los centros educativos tienen libertad para decidir el formato en que se enseñan las ciencias.

En la mayoría de los países las materias de ciencias son obligatorias para todos los estudiantes de CINE 3. No obstante, en un gran número de países, la enseñanza de las ciencias se organiza en modalidades o

itinerarios educativos que los estudiantes pueden escoger. En consecuencia, no todos los estudiantes reciben clases de ciencias con el mismo nivel de dificultad y/o durante todos los cursos de CINE 3. En algunos países los alumnos pueden elegir materias de ciencias como materia optativa.

No hay directrices específicas para autores/editores de libros de texto o materiales didácticos, si bien suelen ser conformes a los requisitos/recomendaciones establecidas en los documentos oficiales. Los materiales didácticos suelen ser resultado de actividades de promoción de las ciencias en las que suelen jugar un papel las colaboraciones a nivel de centro educativo y los centros de ciencias.

En la mayoría de los países la responsabilidad de organizar actividades extracurriculares recae en los centros educativos. En los escasos países en los que las autoridades educativas establecen recomendaciones sobre actividades extracurriculares, a menudo su objetivo es complementar el currículo y así ayudar a aumentar el rendimiento de los alumnos. Los clubs de ciencias, donde los estudiantes pueden desarrollar pequeños proyectos de investigación, son ejemplos de buenas prácticas que tiene lugar en varios países.

En más de la mitad de los países europeos ha habido reformas curriculares generales en diferentes niveles educativos durante los últimos seis años. Estas reformas, evidentemente, han afectado al currículo de ciencias. En muchos países el principal impulso para las reformas fue el deseo de ajustarse al enfoque europeo de competencias clave.

CAPÍTULO 4: LA EVALUACIÓN DEL ALUMNADO EN CIENCIAS

Introducción

La evaluación del alumnado adopta diferentes formas y cumple diversas funciones. Sea cual sea la forma que tome, siempre está estrechamente relacionada con el currículo y con los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este capítulo, que se divide en tres grandes apartados, describe las características principales del proceso de evaluación en el ámbito de las ciencias en los países europeos.

El primer apartado presenta una breve revisión de los tópicos de investigación relacionados con la evaluación del estudiante y, en particular, con la evaluación de las ciencias. El segundo apartado ofrece un análisis comparativo de las principales características de la evaluación del alumnado de ciencias en los distintos niveles de educación. Se examina la evaluación (formativa y/o sumativa) que hacen los profesores del conocimiento de los estudiantes y las destrezas en el aula, y se ofrece una perspectiva general de las directrices sobre evaluación para los profesores de ciencias de primaria y secundaria. A continuación se describen los métodos y/o enfoques recomendados para evaluar distintas capacidades relacionadas con las ciencias. Por último, se examina el apoyo ofrecido a los profesores en la planificación y organización del proceso de evaluación.

El tercer apartado aborda la problemática relativa a las pruebas nacionales estandarizadas para las ciencias en los niveles de educación primaria y secundaria inferior y superior. Se describen las disposiciones relativas a las pruebas estandarizadas de ciencias en lo que se refiere a su frecuencia y temporalización y se analiza la finalidad de las pruebas, así como su alcance y contenido (incluidas las materias específicas). Por último, el capítulo concluye con los datos procedentes del estudio internacional TIMSS 2007 sobre las prácticas de evaluación de las materias de ciencias en los centros educativos de Europa.

4.1. La evaluación del alumnado en ciencias: revisión de la literatura

El término “evaluación” se utiliza para referirse a las valoraciones sobre el trabajo de los alumnos. De forma más precisa, se define como un proceso “caracterizado como un ciclo que implica la obtención de datos que, interpretados de manera apropiada, pueden dar lugar a acciones que, a su vez, pueden dar lugar a otros datos y así sucesivamente” (William & Black 1996, p. 537).

Según su finalidad, la evaluación suele describirse como “formativa” o “sumativa”. La evaluación sumativa es la forma más tradicional de evaluación. Se refiere a un “tipo de evaluación utilizado al final de un trimestre, curso, o programa con el propósito de calificar, certificar y evaluar el progreso” (Bloom *et al.* 1971, p. 117).

El concepto de evaluación formativa es más reciente. Scriven (1967) lo usó por primera vez en relación con la mejora del currículo y la metodología. Esta tipo de evaluación resalta el papel de la evaluación interna para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje y, finalmente, de los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Si se realiza de manera sistemática, la evaluación formativa resulta “útil para la mejora de cualquiera de estos tres procesos: el proceso de construcción del currículo, el de enseñanza y el de aprendizaje” (Bloom *et al.* 1971, p. 117).

Dado el creciente número de evaluaciones estandarizadas de ciencias y de otras materias, tanto a nivel nacional como internacional, recientemente se han puesto en marcha un conjunto de nuevos estudios sobre la evaluación cuyo objetivo es la rendición de cuentas. Estas evaluaciones se llevan a cabo en un contexto global en que los cambios en las prácticas y en las políticas se producen en función de si se alcanzan los objetivos educativos nacionales o las reformas deseadas (*National Research Council*, 1999).

4.1.1. Evaluación sumativa: hacia métodos alternativos de evaluación capaces de valorar un mayor rango de destrezas

Durante los últimos años la investigación sobre la evaluación de los estudiantes en las materias de ciencias con finalidad sumativa se ha preocupado básicamente de desarrollar evaluaciones capaces de llegar a una mayor variedad de destrezas relacionadas con las ciencias. Al mismo tiempo, se ha centrado en el desarrollo de diferentes tareas y formatos de evaluación, como pueden ser la evaluación del rendimiento, los mapas conceptuales, los portafolios, etc. La problemática principal que subyace a estos recientes desarrollos tiene que ver con la calidad de la evaluación sumativa, especialmente con su validez y fiabilidad (Bell, 2007, p. 981).

En el ámbito de las ciencias constituye ciertamente un reto evaluar destrezas de proceso tales como la observación, la medición, la experimentación y la investigación, y esto no se debe únicamente a las dificultades técnicas de evaluar este tipo de destrezas, sino también al hecho de que a veces se limita la enseñanza de las ciencias únicamente al desarrollo del conocimiento y los conceptos científicos (Harlen 1999, p. 130). Es, por lo tanto, absolutamente crucial ser claros sobre lo que deben enseñar exactamente los profesores y, en consecuencia, lo que han de evaluar (Gott & Duggan, 2002). La investigación reciente aborda de forma especial cómo evaluar un amplio abanico de habilidades relacionadas con las ciencias.

Hay evidencia que sugiere que el desarrollo de una investigación es en gran parte una tarea holística, de forma que desmenuzarla en destrezas independientes para poder evaluarla más fácilmente puede suponer desvirtuar completamente la esencia de un trabajo que requiere destrezas integradas que interactúan entre sí (Matthews y McKenna, 2005). La utilización de simulaciones por ordenador puede ser una forma de superar esta dificultad, ya que permite a los profesores evaluar investigaciones completas. Sin embargo, Gott y Duggan (2002) consideran que sigue siendo discutible que dispositivos electrónicos puedan medir realmente las habilidades necesarias para desarrollar una investigación. Aun así, estos autores están de acuerdo en que es útil tener en mente el uso de ordenadores como herramienta adicional de evaluación.

El trabajo de carácter práctico no se evalúa de forma aislada, sino en contextos concretos y en relación con unos temas determinados. Estos elementos contextuales y de contenido influyen sobre el rendimiento de los alumnos, aunque el alcance de esta influencia es todavía objeto de debate. Este tipo de subjetividad puede reducirse utilizando distintas tareas para diferentes temas. Esta alternativa, sin embargo, puede dar lugar a otras dificultades, como un aumento en la extensión de la prueba, que debería mantenerse dentro de lo razonable. Sea como fuere, la evaluación del trabajo práctico sin duda suscita la cuestión de la fiabilidad de las pruebas, puesto que los resultados de los estudiantes pueden depender del tema sobre el que trata la propia prueba (Harlen, 1999; Gott y Duggan, 2002). Esto reviste especial importancia cuando la evaluación se realiza con fines sumativos: cuando los resultados de las pruebas se usan para determinar las futuras opciones académicas o profesionales de los estudiantes, debería ponerse especial cuidado en que los resultados no dependan del contexto en el que se evalúa el trabajo práctico (Harlen, 1999).

El empleo de tareas escritas para evaluar las investigaciones prácticas puede ayudar a superar algunas dificultades, puesto que se pueden evaluar más elementos en un periodo de tiempo razonable. Estas tareas, sin embargo, generan la cuestión de la validez de la evaluación (Harlen, 1999). Varios estudios encuentran diferencias en el rendimiento de los estudiantes en el área de las investigaciones prácticas en función de si se emplea una evaluación práctica o una escrita. Se insinúa la idea de que las tareas escritas miden cosas diferentes a las que mide la evaluación práctica (Gott & Duggan 2002, p. 198).

Se ha llevado a cabo una investigación sobre formas alternativas de evaluación, tales como la evaluación del rendimiento, los portafolios, los mapas conceptuales, las entrevistas, etc., con el fin de encontrar nuevas formas de evaluar una mayor variedad de destrezas y conocimientos científicos, así como de incrementar la validez de la evaluación (Bell, 2007).

Según Ruiz-Primo y Shavelson (1996a), la **evaluación del rendimiento** en ciencias ha de ser “una combinación de (a) una tarea sobre un problema significativo cuya solución requiere el uso de materiales específicos que respondan a las acciones del estudiante; (b) un formato de respuesta para el estudiante; y (c) un sistema de puntuación que permita valorar no solamente la respuesta adecuada, sino también lo razonable del proceso seguido para la ejecución de la tarea” (1996a; p. 1046).

Sin embargo, los autores instan a que se vaya más allá de la retórica sobre la evaluación del rendimiento para desarrollar “una base de conocimiento y una tecnología sobre la evaluación de rendimiento”.

Estos autores definen **la elaboración de mapas conceptuales** como una herramienta de evaluación que comprende:

- (a) “una tarea que pone de manifiesto la estructura del conocimiento del estudiante en un determinado ámbito;
- (b) un formato de respuesta para el estudiante; y
- (c) un sistema de puntuación que permite evaluar el mapa conceptual del estudiante de forma precisa y sistemática” (Ruiz-Primo y Shavelson 1996b, p. 569).

Para Bell (2007), no obstante, la utilización de sistemas de puntuación presenta problemas de validez y fiabilidad.

Collins (1992, p. 453) define los **portafolios** como “una colección de pruebas recopiladas con un propósito. Estas pruebas son la documentación que una persona o grupo de personas pueden utilizar para inferir los conocimientos, las habilidades y/o la disposición de otra persona”. También en este contexto los métodos de puntuación requieren un escrutinio cuidadoso (Bell, 2007). En un estudio de investigación canadiense sobre el uso de portafolios, Anderson y Bachor (1998) señalan tres razones que podrían explicar el decreciente uso de portafolios a medida que los estudiantes van avanzando cursos: una mayor especialización en la materia, un creciente número de estudiantes por profesor y un hincapié cada vez mayor en las notas numéricas para informar sobre el rendimiento del estudiante a las partes interesadas ajenas a la clase, como son los padres. No obstante, como herramienta de evaluación los portafolios ofrecen ventajas tales como una mayor responsabilidad del estudiante hacia su propio aprendizaje, o una mayor sincronía con un currículo centrado en el estudiante.

4.1.2. La evaluación formativa: la necesidad de formar a los profesores para que la usen de forma efectiva

Las interacciones profesor-alumno son el centro de la evaluación formativa (Bell, 2007). Es durante las actividades de enseñanza-aprendizaje cuando se lleva a cabo la evaluación formativa. En consecuencia, este tipo de evaluación es una parte integral de la enseñanza (Harlen y James, 1997). Algunos autores (Duschl y Gitomer, 1997; Ruiz-Primo y Furtak, 2006) utilizan el término “conversación de evaluación” para referirse a esos diálogos que tienen lugar cada día entre profesor y alumno en el curso normal de las actividades de enseñanza y aprendizaje.

El diálogo y el intercambio de información entre profesores y alumnos se consideran elementos esenciales de la evaluación formativa (Black y Wiliam, 1998a; Gipps, 1994; Ramaprasad, 1983). Dar información a los alumnos no es simplemente ofrecer datos sobre la distancia entre lo que han aprendido y el nivel de referencia, sino que también supone utilizar esta información para salvar estas distancias (Ramaprasad, 1983).

Black y Wiliam (1998a; 1998b) demuestran que la evaluación formativa mejora el aprendizaje. No obstante, para hacerla realmente efectiva debe diseñarse y desarrollarse de manera que alumnos y profesores puedan recibir *feedback* de manera inmediata (Ayala, 2008). Por otro lado, se trata de una tarea compleja que requiere una alta capacitación (Torrance & Pryor, 1998). Los especialistas en currículo y evaluación no pueden esperar que los profesores usen la evaluación formativa de forma efectiva en sus aulas sin una formación adecuada.

Por ejemplo, aunque los profesores sean capaces de extraer los conocimientos del alumno sobre los conceptos científicos que se enseñan en una clase, no usan forzosamente esta información para hacerles avanzar en su aprendizaje. Ayala (2008, p. 320) sugiere que los profesores definan un “trayecto de aprendizaje” para cada unidad didáctica para cuando desarrollan una evaluación formativa de manera formal. Esto debería ayudarles a tener más claro lo que tienen que saber sobre cómo sus alumnos comprenden un determinado tema antes de seguir enseñando. De forma más general, uno de los objetivos importantes de la formación debería ayudar a los profesores a redefinir la función que tiene la evaluación en su docencia, “vinculando las evaluaciones formativas con los objetivos globales” (Ayala 2008, p. 316).

4.1.3. El continuo con la evaluación sumativa

No es necesario que los profesores desarrollen dos sistemas de evaluación distintos, uno con propósitos formativos y otro con propósitos sumativos. Es bien sabido que siempre surgen tensiones cuando la misma evaluación se utiliza para ambos propósitos, pero hay quienes sugieren superar la dicotomía formativo-sumativo (William y Black, 1996; Taras, 2005). Según Taras (2005, p. 476), “se ha creado una falsa separación entre la evaluación sumativa y la formativa. Esta separación ha sido autodestructiva y contraproducente”

William y Black (1996) reclaman más investigación para estudiar los puntos en común entre las funciones formativas y sumativas de la evaluación, que ellos consideran más bien como los dos extremos del mismo continuo. Las mismas pruebas podrían servir para ambos propósitos siempre que, en el proceso de evaluación, se separe la obtención de las pruebas de su interpretación. En otros términos, en vez de agregar puntuaciones de evaluación formativa para producir resultados de evaluación sumativa, los profesores deberían volver a las pruebas originales que se utilizaron para obtener la evaluación formativa. Posteriormente, los datos recogidos deberían ser reinterpretados con el objetivo de llevar a cabo una evaluación sumativa.

4.1.4. La evaluación para la rendición de cuentas

En numerosos países las evaluaciones estandarizadas a gran escala (véase el apartado 4.3), tanto a nivel nacional como internacional, se usan para hacer un seguimiento del rendimiento del estudiante y para ofrecer a la comunidad educativa información relevante para la mejora de los sistemas educativos. Estas pruebas pueden dividirse en dos grandes categorías, dependiendo de su finalidad. La primera categoría incluye las pruebas cuya finalidad básica es la certificación, que resumen el rendimiento de los estudiantes al final de una etapa educativa determinada, y que pueden tener un importante impacto sobre la progresión o transición del estudiante en el sistema educativo o en su acceso al mundo laboral. Los resultados de estos exámenes se usan como base para otorgar certificados a los estudiantes a título individual, o para tomar decisiones importantes relacionadas con la elección de un itinerario, la promoción de una etapa a otra o la nota final. La segunda categoría hace referencia a una evaluación estandarizada que tiene como objetivo principal la evaluación de centros educativos y/o del sistema educativo en su conjunto. Más específicamente, este formato ofrece una medida que sirve de para la rendición de cuentas de los centros y que permite a la comunidad educativa establecer comparaciones entre centros en cuanto a su rendimiento. Los resultados de estas pruebas pueden usarse junto a otros parámetros, tales como indicadores sobre la calidad de la enseñanza y sobre el rendimiento de los profesores. Se utilizan también como indicadores sobre la efectividad global de las políticas y prácticas educativas y aportan datos sobre si se han producido o no mejoras en un determinado centro o a nivel de sistema ⁽¹⁶¹⁾.

En un número relativamente pequeño de países pueden derivarse importantes consecuencias asociadas al rendimiento del estudiante y del centro educativo, como, por ejemplo, la amenaza de cierre de un centro si su rendimiento es persistentemente bajo. En muchos más países, sin embargo, la evaluación hace que

⁽¹⁶¹⁾ *Pruebas nacionales de evaluación del alumnado en Europa: objetivos, organización y utilización de los resultados.* Eurydice 2009.

algunos profesores y centros educativos se comporten igualmente como si hubiera mucho en juego, dado que pretenden evitar que se les estigmatice por obtener resultados bajos (OCDE, 2010d). Esta tendencia no afecta únicamente a la enseñanza de las ciencias, sino también a otras áreas clave del currículo como las matemáticas o la lectura. Britton y Schneider (2007) ofrecen una visión general de las principales cuestiones relacionadas con este tipo de evaluaciones.

En primer lugar, las materias del currículo sometidas a exámenes externos a menudo reciben una atención especial por parte de los centros educativos y los profesores, lo cual resulta muy positivo. Sin embargo, la atención parece centrarse en los contenidos del examen más que en los estándares u objetivos del currículo. Por ejemplo, lo que no forma parte del examen puede no recibir la adecuada atención por parte del profesor o directamente puede no enseñarse.

En segundo lugar los exámenes estandarizados a gran escala suelen utilizar preguntas de elección múltiple y de respuesta corta para obtener datos sobre el conocimiento y las habilidades de los estudiantes. Este formato de evaluación ayuda desde luego a ahorrar tiempo, puesto que aborda un mayor número de áreas científicas y facilita la corrección reduciendo su coste. No obstante, suelen fracasar a la hora de evaluar la amplia variedad de destrezas que los estudiantes deben realmente dominar en las ciencias.

Por último, si los exámenes estandarizados a gran escala aspiran a ofrecer a los profesores información relevante de los estudiantes para incrementar su rendimiento, debería darse congruencia entre el currículo y los contenidos de los exámenes. Algunos estudios (Britton y Schneider, 2007) demuestran, como ejemplo, que las destrezas y el conocimiento evaluados tienden a estar en un nivel inferior a lo que se pide en el currículo.

4.2. Directrices oficiales sobre la evaluación de las materias de ciencias

Como se ha destacado en la investigación reciente sobre las cuestiones relacionadas con el proceso de evaluación de las competencias científicas (véase el apartado 4.1), la evaluación que realizan los profesores durante las actividades de enseñanza-aprendizaje son una tarea especialmente exigente. Por ello este apartado analiza si los países europeos ofrecen a los docentes directrices u otro tipo de apoyos.

4.2.1. Directrices para el profesorado

En la mayoría de los países europeos, la evaluación del estudiante en el aula está regulada por los documentos oficiales, que normalmente establecen los principios básicos de la evaluación, y que incluyen los objetivos generales y a veces también una serie de enfoques y/o métodos recomendados. También se pueden incluir otros aspectos relativos a la evaluación, como por ejemplo, posibles formas de calificación para los estudiantes, criterios de promoción, etc. Aunque en muchos de estos países los centros educativos y/o los profesores gozan de amplia autonomía para determinar las bases y elegir los criterios de evaluación de su alumnado, a menudo esta libertad se limita y/o se ejerce en un marco educativo específico conforme a unas condiciones generales establecidas en los documentos oficiales ⁽¹⁶²⁾.

Las directrices para la evaluación pueden tomar la forma de un marco general para la totalidad del proceso de evaluación independiente de las materias, o pueden ser específicas para cada materia (o área temática) del currículo. En ambos casos, son las autoridades centrales quienes las fijan y se pretende que reflejen y respalden los objetivos y/o los resultados de aprendizaje asociados al currículo.

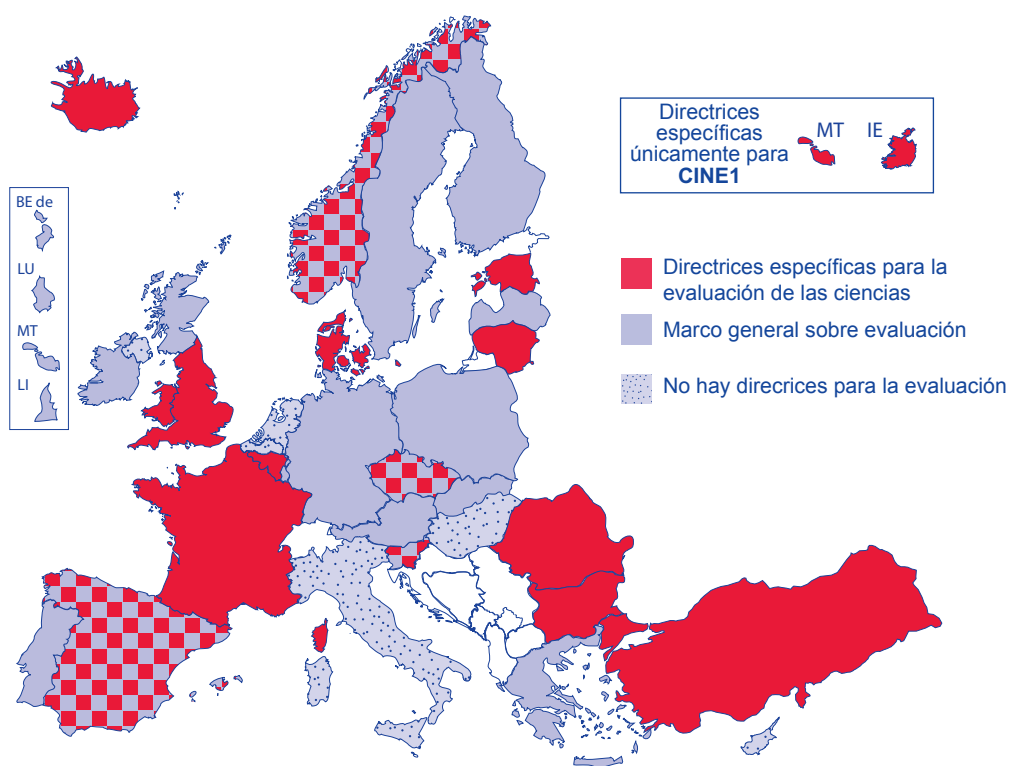
En la mitad de los países europeos analizados existen directrices específicas para la evaluación del conocimiento y las destrezas de los estudiantes en ciencias, tanto para la educación primaria como para la secundaria inferior. Las dos únicas excepciones son Irlanda y Malta, que sólo cuentan con pautas específicas para primaria.

⁽¹⁶²⁾ Para más información, véase: *Autonomía y responsabilidades del profesorado en Europa*, Eurydice 2009

Otros países únicamente cuentan con un marco general de evaluación que suelen centrarse en los objetivos de la evaluación, en los elementos que han de incluirse, y en las condiciones y procedimientos que los profesores y los centros escolares deben tener en cuenta a la hora de desarrollar sus propios procedimientos de evaluación.

Algunos países o regiones tienen pocas directrices para la evaluación de los estudiantes establecidas a nivel central, o no tienen ninguna. En Bélgica (Comunidad flamenca) y los Países Bajos, por ejemplo, donde los currículos educativos sólo recogen objetivos de enseñanza y aprendizaje, los profesores hacen un seguimiento del progreso de los estudiantes mediante una evaluación en el aula basada en planes individuales de desarrollo para cada estudiante. En Hungría, la Ley de Educación Pública establece tan solo una recomendación general para la evaluación; los procedimientos de evaluación específicos se regulan en los currículos locales de los centros.

◆◆◆ Gráfico 4.1: Directrices para la evaluación de las ciencias (CINE 1 Y 2), 2010/11



Fuente: Eurydice.



En la República Checa, Estonia (desde 2011), España, Eslovenia y Noruega, las directrices específicas para la evaluación de las ciencias coexisten con los requisitos generales para la evaluación del estudiante.

En la **República Checa**, el “Manual para el desarrollo de los programas educativos en la educación básica” ⁽¹⁶³⁾ establece las normas que los profesores y los centros educativos han de seguir a la hora de desarrollar los criterios de evaluación y los métodos que han de utilizar en sus propios programas de estudio. Por otro lado, los documentos publicados por el Instituto para la Información sobre Educación ⁽¹⁶⁴⁾, siguiendo los resultados de los estudios internacionales, también incluyen diferentes enfoques y métodos para la evaluación del alumnado de ciencias, en los niveles CINE 1 y 2.

⁽¹⁶³⁾ ‘Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů v základním vzdělávání’. http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2010/01/manual_kSVP_ZV.pdf

⁽¹⁶⁴⁾ www.csicr.cz

En **Estonia**, el Currículo Nacional para las Escuelas Básicas (CINE 1 y 2) incluye directrices generales sobre la evaluación, así como criterios de evaluación para cada materia del currículo, incluyendo las materias de ciencias. Las directrices para cada materia individual también están disponibles mediante aulas virtuales para los profesores ⁽¹⁶⁵⁾.

En **España**, la Ley Orgánica de Educación (LOE) y los Reales Decretos de enseñanzas mínimas para la educación primaria y secundaria inferior de 2006 de ámbito nacional ⁽¹⁶⁶⁾ incluyen algunas directrices muy generales sobre la evaluación. Estos reales decretos estipulan asimismo los criterios de evaluación para cada materia del currículo, incluyendo las materias de ciencias. No obstante, las Comunidades Autónomas también publican directrices para los profesores sobre métodos y técnicas de evaluación, así como los criterios correspondientes a sus propios currículos.

En **Eslovenia**, las directrices básicas se incluyen en los currículos y en otros documentos relevantes. El Instituto de Educación Nacional publica las directrices para las materias individuales, que también están disponibles en aulas virtuales donde se publican todos los documentos que resultan relevantes para los profesores ⁽¹⁶⁷⁾.

Las recomendaciones oficiales para la evaluación (específicas para las ciencias o no) suelen estar incluidas en los currículos nacionales, en manuales para el profesorado y/o en legislación específica. No obstante, algunos países han desarrollado un enfoque nacional general o una estrategia de evaluación.

En el **Reino Unido (Inglaterra)**, existe un enfoque nacional estructurado para la evaluación de los alumnos, llamado “Evaluación del Progreso de los Alumnos” (*Assessing Pupils’ Progress - APP*) ⁽¹⁶⁸⁾, desarrollado por la Agencia de Calificaciones y Desarrollo del Currículo (*Qualifications and Curriculum Development Agency - QCDA*). Las ciencias cuentan con directrices APP específicas. Se trata de un enfoque voluntario para el seguimiento de los alumnos y es el centro educativo quien debe decidir si lo utiliza o no. No está previsto que el APP pase a ser obligatorio.

En el **Reino Unido (Escocia)**, en 2009 se publicó el Marco Estratégico para la Evaluación (*Strategic Framework for Assessment*) como parte de la estrategia del gobierno para la creación de un sistema de evaluación eficaz para el Currículo de Excelencia (*Curriculum for Excellence*) ⁽¹⁶⁹⁾.

En algunos países hay también otras fuentes “alternativas” de las que emanan directrices oficiales sobre evaluación. Por ejemplo, en Letonia, las directrices de evaluación se incluyen en los currículos modelo desarrollados por el Ministerio de Educación y Ciencia para cada materia (incluidas las ciencias) y se ajustan a los estándares educativos tanto generales como específicos.

4.2.2. Métodos de evaluación recomendados

Hay un amplio abanico de métodos y/o enfoques de evaluación a disposición de los docentes para que lleven a cabo la evaluación de los resultados de aprendizaje de los estudiantes de ciencias en el aula. La elección del método o el enfoque dependerá del propósito de la evaluación (formativa y/o sumativa), así como del tipo de destrezas que se van a evaluar. Los distintos métodos que se relacionan a continuación han sido elegidos como ejemplos de enfoques más tradicionales o bien de métodos alternativos que pueden usarse para evaluar una mayor variedad de destrezas. En los centros escolares de Europa, obviamente, puede darse otro tipo de técnicas.

En la mayoría de los países europeos en los que existen directrices para la evaluación para los profesores, ya sean generales o específicas, se recomienda explícitamente el uso al menos de uno de los métodos que se exponen a continuación (Gráfico 4.2). En ambos tipos de directrices se mencionan los mismos métodos

⁽¹⁶⁵⁾ <http://www.oppekava.ee>

⁽¹⁶⁶⁾ <http://www.boe.es/boe/dias/2006/12/08/pdfs/A43053-43102.pdf>
<http://www.boe.es/boe/dias/2007/01/05/pdfs/A00677-00773.pdf>

⁽¹⁶⁷⁾ <http://skupnost.sio.si>

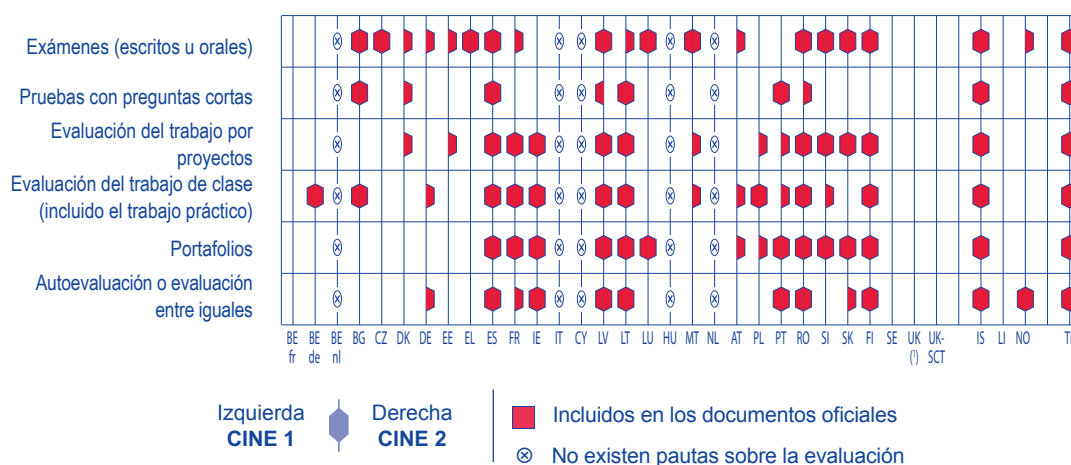
⁽¹⁶⁸⁾ <http://curriculum.qcda.gov.uk/key-stages-3-and-4/assessment/Assessing-pupils-progress/index.aspx>

⁽¹⁶⁹⁾ <http://www.ltscotland.org.uk>

de evaluación. Además, en algunos países las directrices específicas para las ciencias no recomiendan ningún método de evaluación en particular.

En varios países, las directrices incluyen referencias a todos o casi todos los métodos como susceptibles de usarse a la hora de evaluar a los estudiantes, en particular en el nivel CINE 2. En Francia, por ejemplo, la reciente implantación del enfoque basado en conjunto común de conocimientos y competencias (*socle commun*) ha provocado la evolución de las prácticas de evaluación tradicionales de los profesores (principalmente en los exámenes escritos) hacia técnicas de evaluación complejas y diversas. Por el contrario, en Bélgica (Comunidad francesa), Suecia, el Reino Unido y Liechtenstein, las directrices oficiales no recomiendan ningún método de evaluación en particular, si bien los profesores de los centros educativos pueden utilizar en la práctica, por supuesto, cualquiera de los métodos anteriores. Además, los documentos oficiales pueden contemplar otros métodos y/o enfoques de evaluación (como debates, observación, interpretación de la ejecución del estudiante en diferentes contextos, etc.). Por ejemplo, en el Reino Unido los procedimientos de evaluación de los centros educativos deben tener en cuenta la gama completa y el alcance de los programas de estudio, así como datos de rendimiento en diferentes contextos, que incluyen el debate y la observación.

◆◆◆ Gráfico 4.2: Métodos de evaluación recomendados de acuerdo a las directrices oficiales (CINE 1 y 2), 2010/11



Fuente: Eurydice.

Nota explicativa

Exámenes (escritos u orales): son pruebas formales realizadas bajo la responsabilidad del profesor/centro educativo, en los que se contestan preguntas escritas y/u orales con fines formativos y/o sumativos.

Pruebas con preguntas cortas: son un tipo de examen más entretenido, que consiste en un cuestionario que evalúa el conocimiento general o específico de los alumnos. Las respuestas de las pruebas son sencillas y contienen una o pocas palabras.

Evaluación del trabajo de clase: es un tipo de examen en el que se pide a los alumnos que realicen una tarea, en lugar de que seleccionen una respuesta de una lista preparada. Por ejemplo, se puede pedir al estudiante que resuelva un problema o lleva a cabo una investigación sobre un tema asignado durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Los profesores posteriormente valoran la calidad del trabajo en función de unos criterios previamente consensuados.

Evaluación del trabajo por proyectos: implica la realización de experimentos u otro tipo de trabajo de investigación que se puede llevar a cabo con toda la clase, individualmente con cada alumno o en pequeños grupos. A través de este método, los profesores pueden evaluar un amplio abanico de conocimientos y destrezas, como la comprensión de conceptos/teorías, la capacidad de hacer observaciones científicas y la capacidad para cooperar.

Portafolios: suelen consistir en recolecciones del trabajo de los alumnos que reflejan sus competencias. Pueden también considerarse como una plataforma para se expresen los propios estudiantes.

Autoevaluación (o evaluación entre iguales): los alumnos participan en el seguimiento y el control de su propio aprendizaje o el de los compañeros.

Nota específica de los países

España: las celdas marcadas corresponden a los diferentes métodos y técnicas de evaluación incluidos en los currículos de algunas Comunidades Autónomas y del territorio del Ministerio de Educación (las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla).



Como se observa en la tabla, los métodos y enfoques que se recomiendan con más frecuencia en las directrices oficiales son los exámenes escritos u orales, la evaluación del trabajo de clase de los alumnos y la evaluación del trabajo por proyectos. Sin embargo, estos no siempre se recomiendan para la evaluación de los estudiantes en ambos niveles educativos, primaria y secundaria inferior. En Dinamarca, Alemania, Estonia, Francia, Lituania, Austria y Noruega, los exámenes escritos u orales únicamente se recomiendan para la educación secundaria inferior. Irlanda y Polonia son los únicos países donde los documentos no recomiendan exámenes escritos u orales. En cambio, en Polonia, se pueden realizar exámenes en determinadas circunstancias (por ejemplo, para aquellos estudiantes que no pueden ser evaluados a causa de su elevado absentismo, o para los que no alcanzan el conocimiento y las competencias suficientes para recibir una nota final positiva).

La evaluación del trabajo en clase y del trabajo por proyectos suelen recomendarse tanto para primaria como para secundaria inferior. Sin embargo, en algunos países estos métodos se limitan a los estudiantes de secundaria inferior. Resulta interesante añadir que en Polonia, a partir de 2011/12, la evaluación por proyectos será un requisito para completar la educación secundaria inferior. Los estudiantes tendrán que presentar un proyecto grupal, cuya nota será añadida al certificado de final de estudios.

Quince países europeos recomiendan que los profesores usen portafolios en la educación primaria y/o secundaria inferior. En Francia, por ejemplo, la libreta personal de competencias (*livret personnel de compétences*) tiene dos funciones: recoger pruebas de que se han adquirido las competencias básicas comunes y permitir un seguimiento de la progresión del estudiante a lo largo de la educación obligatoria. Hay nueve países que hacen referencia a la evaluación mediante pruebas con preguntas cortas.

En trece países las directrices oficiales para la evaluación recomiendan la autoevaluación (o evaluación entre iguales) durante la educación obligatoria.

Los directrices oficiales no incluyen ninguna recomendación sobre métodos concretos de evaluación para aplicar en física, química o biología. No obstante, algunos países contemplan la utilización de diferentes técnicas de evaluación de las materias de ciencias, bien integradas o diferenciadas.

4.2.3. Medidas de apoyo para los docentes en la evaluación en el aula

La evaluación del estudiante es una tarea compleja que requiere una gran cualificación y para la que los profesores necesitan prepararse durante su educación inicial y que debe formar parte de su formación permanente (véase el capítulo 5).

La mayoría de países o regiones europeas (excepto Bélgica –Comunidad flamenca–, Italia, Hungría, Suecia, Islandia y Liechtenstein) ofrecen una serie de medidas de apoyo para ayudar a los profesores a evaluar a los estudiantes en el aula. En la mayoría de los casos este apoyo se ofrece para todas las materias curriculares y en los niveles de primaria y secundaria inferior, y no es específico para las ciencias.

Los formatos más frecuentes para ofrecer apoyo a los docentes son sitios web y portales de Internet donde pueden encontrar una gran cantidad de materiales didácticos y de evaluación.

En la **República Checa**, dentro del proyecto *Metodika II* (bajo la responsabilidad del Instituto de Investigación Educativa y el Instituto Nacional de Educación Técnica y Profesional, cofinanciado por el Fondo Social Europeo y el Presupuesto del Estado), se ha desarrollado un portal ⁽¹⁷⁰⁾ que se centra tanto en la evaluación de la educación en general como en la evaluación del rendimiento en materias específicas. Este portal está estructurado por áreas curriculares, incluyendo las ciencias.

⁽¹⁷⁰⁾ www.rvp.cz

Letonia ofrece ayuda específica para que los profesores lleven a cabo la evaluación de las ciencias, especialmente en la educación secundaria inferior. Estas medidas se incluyen dentro del proyecto *online* “Ciencias y Matemáticas” ⁽¹⁷¹⁾.

En **Polonia**, el programa “Evaluación Formativa” (*Ocenianie kształtujące*), desarrollado por el Centro para la Educación de la Ciudadanía (*Centrum Edukacji Obywatelskiej*) ⁽¹⁷²⁾, constituye la principal fuente de directrices para los profesores sobre cómo evaluar a los estudiantes de forma que se refuerce su proceso de aprendizaje.

En **Rumanía**, se está desarrollando una base de datos *online* para los cursos 9º y 11º que contiene cerca de 15.000 elementos para cada materia del área curricular de “matemáticas y ciencias”. Los profesores podrán utilizar esta base de datos para las pruebas de evaluación en clase.

En el **Reino Unido (Escocia)**, los Recursos Nacionales de Evaluación (*National Assessment Resource - NAR*) ⁽¹⁷³⁾ son una nueva herramienta educativa *online* (disponible desde 2010) para ayudar a los profesores en el desarrollo de sus competencias profesionales y su capacidad para hacer juicios sólidos sobre el progreso y el rendimiento en sus evaluaciones. El NAR ofrece ejemplos de una gran variedad de enfoques y evidencias de evaluación de todas las áreas curriculares y para todas las etapas.

Otra forma de apoyar a los profesores en su evaluación es poner a su disposición manuales especiales. Las editoriales de libros de texto y materiales didácticos suelen ofrecer un manual del profesor que incluye materiales de apoyo para la evaluación. En Estonia, el Centro Nacional de Exámenes y Calificaciones publica uno de estos manuales.

En los Países Bajos, los centros pueden disponer de material de apoyo para diseñar sus propios exámenes. CITO, la organización central a cargo de la evaluación ⁽¹⁷⁴⁾, ofrece a los centros ejemplos de preguntas de exámenes, aunque este servicio es de pago.

En la mayoría de los países los profesores tienen a su disposición una combinación de las medidas de apoyo mencionadas.

4.3. Exámenes/pruebas estandarizadas en las materias de ciencias

Aunque la evaluación de las ciencias en el aula tiene una serie de ventajas importantes, sus resultados no son fácilmente comparables. Muchos países europeos han desarrollado pruebas nacionales para obtener datos estandarizados sobre el rendimiento del estudiante.

Para el propósito de este estudio se entiende por exámenes/pruebas estandarizadas un formato de evaluación desarrollado bajo la autoridad de un órgano nacional/centralizado que cuenta con procedimientos estandarizados en cuanto a los contenidos, la administración, la calificación y la interpretación de los resultados de las pruebas ⁽¹⁷⁵⁾.

4.3.1. Organización de la evaluación estandarizada en ciencias

En la mayoría de los países y/o regiones europeos, el conocimiento y las competencias científicas de los estudiantes se evalúan mediante exámenes/pruebas estandarizados como mínimo en una ocasión a lo largo de la educación obligatoria (CINE 1 y 2) y/o la educación secundaria superior (CINE 3).

Hay variaciones significativas entre países tanto en la frecuencia con la que los estudiantes realizan los exámenes de las materias de ciencias, como en el momento concreto en que se administran estos exámenes,

⁽¹⁷¹⁾ dzm.lv

⁽¹⁷²⁾ <http://www.ceo.org.pl/>

⁽¹⁷³⁾ <http://www.ltscotland.org.uk/learningteachingandassessment/assessment/supportmaterials/nar/index.asp>

⁽¹⁷⁴⁾ http://www.cito.com/en/about_cito.aspx

⁽¹⁷⁵⁾ Véase *Pruebas nacionales de evaluación del alumnado de Europa: objetivos, organización y utilización de resultados*, Eurydice 2009.

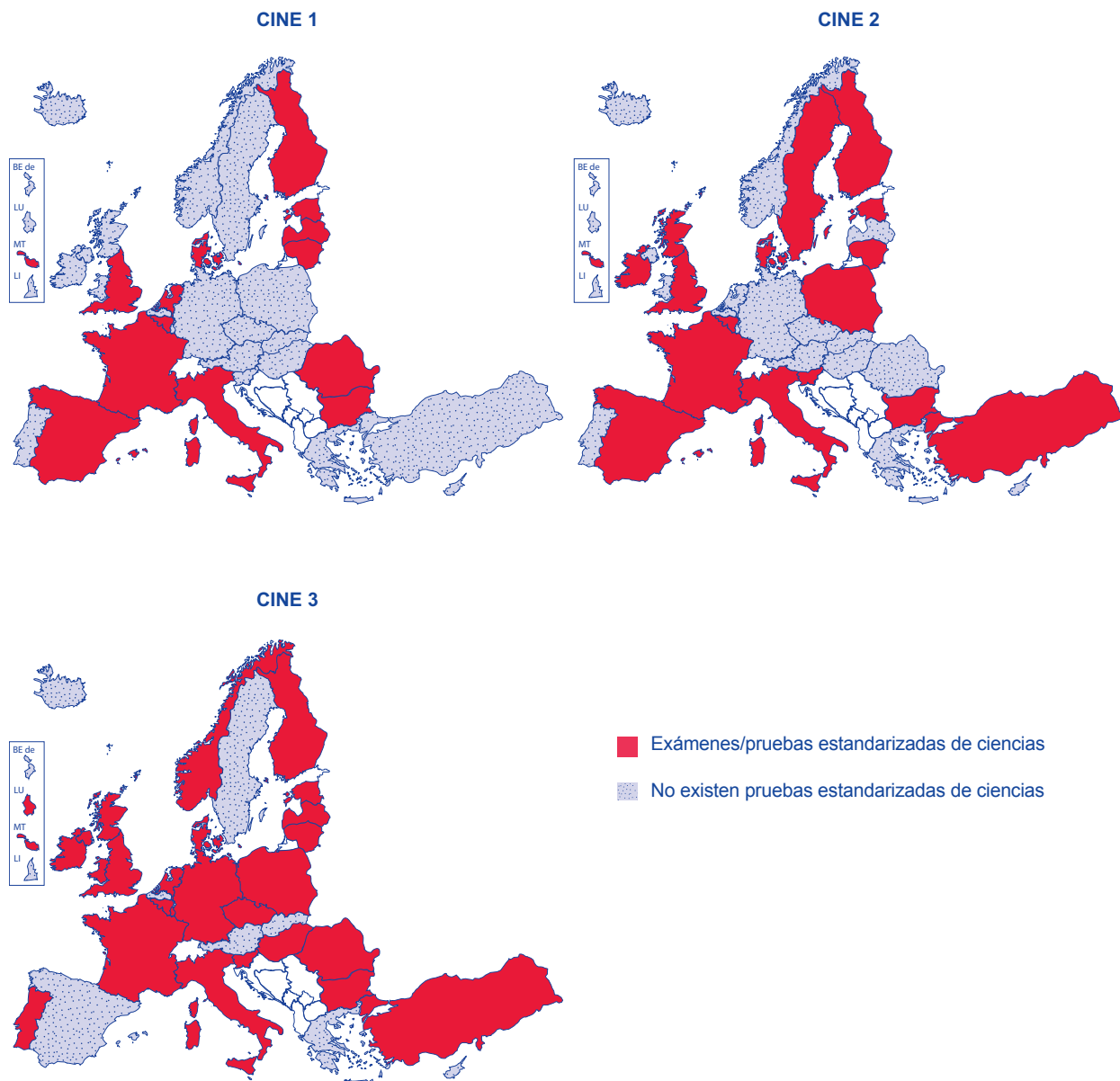
ya sean en cuanto al curso escolar o a la edad. Estas diferencias pueden ser reflejo de las agendas políticas nacionales o de las prioridades en educación, en tanto que otras pueden atribuirse en parte a la variedad de estructuras organizativas de los sistemas educativos europeos. En lo que respecta a este último factor, conviene tener en cuenta que en algunos países la educación obligatoria a tiempo completo se organiza en una única estructura, mientras que en otros hay una clara distinción entre la educación primaria y la secundaria inferior.

En nueve países o regiones europeas, a saber, Bélgica (Comunidad francesa), Bulgaria, Dinamarca, Francia, Italia, Lituania, Malta, Finlandia y el Reino Unido (Inglaterra), se realizan o se pueden realizar pruebas de ciencias en el marco del procedimiento de evaluación estandarizado en cada nivel educativo (CINE 1, 2 y 3). Por el contrario, en la República Checa, Alemania, Luxemburgo, Hungría, Portugal, Suecia, el Reino Unido (Irlanda del Norte y Gales) y Noruega, este tipo de evaluación se realiza únicamente en el nivel CINE 3, excepto en Suecia, donde los exámenes estandarizados para las materias de ciencias se organizan únicamente en el nivel CINE 2. En todos los demás sistemas educativos en los que se realizan pruebas estandarizadas, la evaluación se lleva a cabo en dos de los tres niveles educativos.

En la mayoría de países o regiones, las pruebas estandarizadas en ciencias se realizan una única vez en cada nivel educativo, normalmente al final de la etapa educativa. No obstante, en algunos países, como Bélgica (Comunidad francesa), Malta, Reino Unido (Escocia), los exámenes se hacen varias veces durante la educación secundaria general. En Malta, los estudiantes tienen que realizar pruebas estandarizadas en las materias de ciencias cada año a lo largo de la educación secundaria. En el resto de los países, las materias que forman parte de los exámenes estandarizados se deciden por rotación. En Estonia, por ejemplo, al final de la educación primaria se evalúan cada año la lengua materna y las matemáticas, mientras que hay una tercera materia que varía –los últimos exámenes de ciencias se realizaron en 2010. En Francia, las materias rotan en un ciclo de cinco años al final de la educación primaria y de la secundaria inferior (*évaluation – bilan fin de l'école primaire et collège*). Los últimos exámenes en biología, química y física datan de 2007/08

En los países que realizan pruebas estandarizadas con el objetivo de evaluar el rendimiento del estudiante para la concesión de un certificado escolar, las pruebas suelen llevarse a cabo al final de una etapa educativa. Por el contrario, si la finalidad de las pruebas es hacer un seguimiento y una evaluación de los centros escolares y/o del sistema educativo en su conjunto, pueden desarrollarse también en distintos momentos clave a lo largo de la educación primaria y secundaria. Por ejemplo, en Bélgica (Comunidad francesa), además de la evaluación externa realizada con propósitos de certificación al final de la educación primaria, también existen pruebas de evaluación externas en el segundo y quinto cursos de la educación primaria. Se evalúa el conocimiento y las competencias de los alumnos en lengua materna, matemáticas e “iniciación” a las ciencias (*éveil*). En España, existen varias evaluaciones generales de diagnóstico del sistema educativo que incluyen pruebas para valorar las competencias científicas del alumnado al final del segundo ciclo (4º curso) de la educación primaria, así como al final del segundo año (8º curso) de la educación secundaria inferior (ESO). En estos momentos se está planeando extender estas pruebas también a los cursos 6º y 10º. Además de estas pruebas nacionales basadas sobre muestras de estudiantes, cada Comunidad Autónoma lleva a cabo, en los mismos cursos, una evaluación anual de diagnóstico de todos los estudiantes de su territorio.

◆◆◆ Gráfico 4.3: Exámenes/pruebas estandarizadas de ciencias (CINE 1, 2 y 3), 2010/11



Fuente: Eurydice.

Nota explicativa

Aquí únicamente se toman en consideración los exámenes estandarizados o pruebas (o parte de estas) que abarcan materias de ciencias integradas y/o las materias diferenciadas de química/biología/física. No se incluyen otros modelos de evaluación estandarizada que no incluyan las ciencias.

Notas específicas de los países

República Checa: los exámenes a nivel nacional deberían iniciarse en 2013 para CINE 1 y 2.

Austria: a día de hoy, se han desarrollado los ítems de los exámenes de biología, química y física, y se están llevando a cabo las pruebas de pilotaje.

Polonia: en el nivel CINE 2, ciencias y matemáticas son ahora una parte común en el examen externo, aunque a partir de 2012 las ciencias se separarán de las matemáticas y conformarán una parte independiente del examen.

Eslovenia: los exámenes nacionales solo se encuentran estandarizados en parte.

Reino Unido (ENG): siguiendo las recomendaciones del grupo experto en evaluación, se han interrumpido los exámenes del *Key Stage* 2. En 2009/10, se realizó un seguimiento de los estándares nacionales en ciencias utilizando como muestra varios centros.



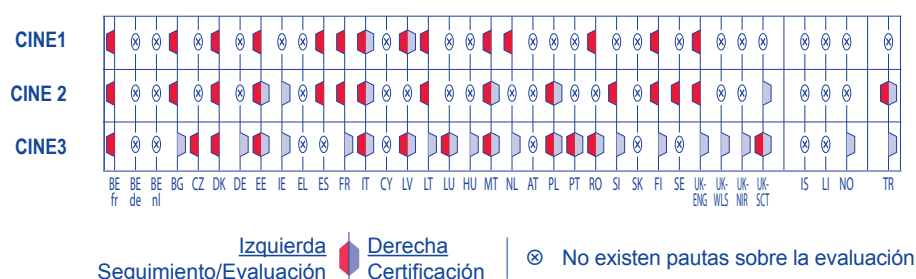
En general, la evaluación nacional estandarizada se lleva a cabo bajo el formato de un examen oral y/o escrito “tradicional”. En un determinado número de países (por ejemplo, Dinamarca y los Países Bajos) se está desarrollando un sistema de evaluación asistido por ordenador. En Francia, la evaluación de las destrezas prácticas de ciencias de los estudiantes forma parte del examen estandarizado final de la rama científica de la educación secundaria superior general. La prueba dura una hora y consiste en un conjunto de ejercicios prácticos estandarizados a nivel nacional que versan sobre la resolución de problemas de biología o geología.

4.3.2. Finalidad de las pruebas estandarizados de ciencias

La finalidad principal de la mayoría de las pruebas de ciencias que se llevan a cabo en el nivel de secundaria superior es la concesión de certificados a los estudiantes (véase el gráfico 4.4). En cerca de la mitad de los países implicados el objetivo es otorgar a los estudiantes un certificado final que normalmente les permite acceder a la educación superior. Por el contrario, en los países donde las pruebas se realizan durante la educación obligatoria (CINE 1 y 2), los objetivos principales de los mismos son mayoritariamente la evaluación y el seguimiento de determinados centros educativos y/o del sistema educativo en su conjunto.

La evaluación estandarizada con fines de certificación durante la enseñanza obligatoria se suele realizar en la secundaria inferior (CINE 2), más que en la educación primaria (CINE 1).

◆◆◆ Gráfico 4.4: Finalidad de las pruebas estandarizadas de ciencias (CINE 1, 2 y 3)



Notas específicas de los países

Reino Unido: las pruebas realizadas en CINE 1 y 2 tienen principalmente fines sumativos (no de certificación o evaluación).

Turquía: en CINE 2, las pruebas estandarizadas con fines de certificación se realizan únicamente para acceder a los centros educativos residenciales públicos y gratuitos.



En la educación secundaria (CINE 2 y 3), las pruebas estandarizadas tienen fines tanto de certificación como de evaluación. Sin embargo, en Bélgica (Comunidad francesa) y Turquía (excepto CINE 1) se utilizan dos tipos diferentes de pruebas estandarizadas para medir el rendimiento de los estudiantes, con distintos fines a su vez. En la educación primaria, únicamente en Italia y en Letonia los resultados de los exámenes estandarizados sirven tanto para certificar como para evaluar.

4.3.3. Materias y estatus de las materias incluidas

Los contenidos concretos de los exámenes/pruebas estandarizadas varían de un país a otro, y vienen determinados por las prioridades de la política educativa, el nivel educativo y el currículo (véase el capítulo 3). Como cabría esperar, en los países donde las ciencias se enseñan como materia integrada (a menudo en los niveles CINE 1 y/o 2, véase el capítulo 3), el conocimiento y las competencias de los estudiantes se evalúan en la totalidad del área curricular. Cuando las ciencias se enseñan como materias diferenciadas (química/biología/física) (a menudo en CINE 2 y/o 3) los alumnos realizan los correspondientes exámenes diferenciados. No obstante, en los Países Bajos, donde los centros educativos tienen autonomía para organizar la enseñanza de las ciencias, las pruebas estandarizadas siempre se hacen bajo el formato de exámenes por

materias separadas. En el Reino Unido, en CINE 3, los exámenes pueden ser integrados o diferenciados. Generalmente, las ciencias, ya sea como materia integrada y/o diferenciada se evalúan en el marco de un procedimiento de evaluación estandarizada al mismo tiempo que otras materias. En el nivel de primaria, estas materias suelen ser lengua materna y matemáticas. Sin embargo, en educación secundaria también se evalúan las lenguas extranjeras, la geografía, la educación de la salud y/u otras materias. En muchos países se utiliza una combinación de materias obligatorias y optativas, en función del nivel y/o del tipo de centro educativo.

En **Bulgaria**, la materia “El hombre y la naturaleza” es una de las materias evaluadas al final de la educación primaria y secundaria inferior y es obligatoria para todos los alumnos. Los exámenes estatales de final de la escolaridad que se realizan al final de la educación secundaria superior incluyen la física y la astronomía, la química y la protección medioambiental, la biología y la educación de la salud, si bien se trata de materias optativas.

En **Dinamarca**, en función del tipo de educación y del itinerario elegido, los estudiantes, al final de la educación secundaria superior general, se someten a exámenes escritos y orales de biología, química y física con diferentes niveles de dificultad (A, B, C).

En **Estonia**, la evaluación externa al final de la educación primaria es obligatoria (en lengua materna, matemáticas y otra materia que se decide anualmente). Las ciencias se evaluaron en 2002, 2003 y 2010. Al final de CINE 2 (9º curso) los exámenes nacionales incluyen pruebas sobre tres materias, de las cuales lengua estonia y matemáticas son obligatorias. El tercer examen puede elegirse de entre lenguas extranjeras, física, química, biología, historia, geografía y estudios sociales. Los exámenes del final de la educación secundaria superior general incluyen cinco pruebas de cinco materias, siendo obligatoria la lengua estonia. Los otros exámenes pueden ser de matemáticas, lenguas extranjeras, física, química, biología, historia, geografía o estudios sociales.

En **Polonia**, al final de la educación secundaria inferior, los exámenes constan de tres partes: humanidades, matemáticas/ciencias y lengua. La parte de matemáticas/ciencias abarca matemáticas, biología, química, física y geografía. Las evaluaciones externas finales de la secundaria superior tienen tanto partes obligatorias como optativas. La parte optativa consta de pruebas en una de las seis materias elegidas por los alumnos (entre las que se incluyen biología, química y física), en un nivel básico o avanzado.

En **Rumanía**, las pruebas muestrales de final de la educación primaria incluyen lengua materna rumana o lengua materna de las minorías nacionales reconocidas (si el estudiante pertenece a una minoría), matemáticas y ciencias naturales. Todas estas son obligatorias. El examen final de la educación secundaria superior (*Baccalaureate*) incluye una prueba final optativa de física, biología o química, dependiendo del perfil y la especialización del centro escolar, si bien están excluidos los centros de humanidades y de formación profesional.

En **Eslovenia**, la evaluación nacional de final de la estructura única (CINE 2) incluye exámenes de esloveno (o húngaro/italiano para las áreas de etnia mixta), matemáticas, y una tercera materia decidida de forma anual por el Ministro. Las materias de ciencias de los exámenes de final de la educación secundaria superior son optativas y los estudiantes pueden elegir entre las del grupo de ciencias naturales, entre las que se incluyen biología, química y física.

Como ilustran los ejemplos anteriores, en función del país y del nivel educativo las materias de ciencias integradas y/o diferenciadas pueden formar parte de los procesos de evaluación estandarizados, bien como materias obligatorias (normalmente en primaria y secundaria inferior) o como materias optativas (normalmente en secundaria superior) (véase el gráfico 4.5).

◆◆◆ Gráfico 4.5: Estatus de las materias de ciencias en los exámenes/pruebas de final de la educación secundaria superior (CINE 3), 2010/11

BE fr	BE de	BE nl	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	IT	CY	LV	LT	LU	HU
◆	⊗	⊗	●	◆	●	◆	◆	◆	⊗	⊗	⊗	◆	◆	◆	◆	●	◆
MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	UK-ENG	UK-WLS	UK-NIR	UK-SCT	IS	LI	NO	TR
○	◆	⊗	◆	○	○	◆	⊗	◆	⊗	◆	◆	◆	◆	⊗	⊗	●	◆

⊗ No hay exámenes estandarizados ● Obligatorias ○ Opción obligatoria ◆ Optativas

Nota explicativa

Materia obligatoria: las materias de ciencias están incluidas en los exámenes y son obligatorias para todos los estudiantes.

Opción obligatoria: las materias de ciencias están incluidas en un grupo de materias optativas, pero los estudiantes están obligados a elegir al menos una materia de este grupo.

Materia optativa: las materias de ciencias están incluidas en un grupo de materias optativas y los estudiantes tienen libertad para elegir las o no.

Nota específica para el país

Austria: existe un proyecto piloto en curso sobre la evaluación a nivel nacional.



Únicamente en tres países europeos las materias de ciencias son obligatorias para todos los estudiantes como parte del proceso estandarizado de evaluación del final de la educación secundaria superior: Dinamarca, Luxemburgo y Noruega. En Malta, Portugal y Rumanía, los estudiantes están obligados examinarse de una materia optativa de ciencias. En el resto de países, los estudiantes pueden elegir biología, química y/o física como materias optativas dentro de un grupo más amplio de diferentes materias.

4.3.4. El debate actual sobre la evaluación estandarizada en Europa

En algunos países la evaluación estandarizada es objeto permanente de debate entre responsables políticos y otros profesionales de la educación. Por ejemplo, en Bélgica (Comunidad francesa), el debate actual gira sobre la necesidad de una mayor armonización de los contenidos de las materias entre los diferentes sectores educativos (público, privado concertado), así como una descripción más clara de los niveles de conocimiento que sirven de base a la certificación externa.

En Austria, la reforma en curso que aspira a mejorar la educación de las ciencias se centra en el desarrollo de estándares y de las preguntas de los exámenes. Actualmente se están pilotando nuevos estándares para las materias. Se ha dado prioridad al desarrollo de los estándares de alemán, matemáticas e inglés, pero también se están desarrollando los estándares de las materias de ciencias (física, química y biología) ⁽¹⁷⁶⁾.

4.4. La evaluación en la clase de ciencias: resultados de TIMSS 2007

Después de haber analizado la normativa y las recomendaciones sobre evaluación de las ciencias en los países europeos, vale la pena dirigir la atención a las prácticas reales en los centros escolares utilizando para ello datos de estudios internacionales. TIMSS 2007 incluyó varias preguntas sobre los métodos de evaluación de ciencias empleados por los profesores de estudiantes de octavo curso (para más información sobre TIMSS, véase el capítulo 1). El estudio analizó la importancia que los profesores de ciencias otorgaban a las pruebas en el aula, a su propio juicio profesional o a los resultados de los exámenes nacionales o regionales de rendimiento a la hora de hacer el seguimiento del progreso de los estudiantes de ciencias. Los datos mostraron que los profesores de ciencias de estudiantes de octavo curso concedían más importancia a las pruebas realizadas en el aula (por ejemplo, las diseñadas por el profesor o las pruebas de los libros de texto). Los profesores utilizaron, en alguna medida, las pruebas de aula para casi todos los estudiantes. En los países de la UE que participaban en el estudio ⁽¹⁷⁷⁾, como promedio, los profesores comentaron que concedían una mayor importancia a las pruebas de aula para el 64% de los estudiantes y una importancia menor para el 32%. Los profesores también comentaron que usaban su juicio profesional en alguna medida para la mayoría de los estudiantes. De media, en los países participantes de la UE los profesores informaron de que concedían más importancia a su propio juicio para un 54% de los alumnos y una importancia menor para el 41%. Los exámenes de rendimiento nacionales o regionales tenían sólo una importancia relativa, moderada para el

⁽¹⁷⁶⁾ Véase: <http://www.bifie.at/bildungsstandards>

⁽¹⁷⁷⁾ En esta y otras referencias, la media de la UE calculada por Eurydice se refiere únicamente a los 27 países de la UE que participaron en el estudio. Se trata de una media ponderada donde la aportación de cada país es proporcional a su tamaño.

37% de los estudiantes, y poca o ninguna importancia de este tipo de pruebas para el 34% de los estudiantes. Son incluso menos los estudiantes cuyos profesores han otorgado al menos cierta importancia a los exámenes nacionales o regionales en la República Checa, Suecia, el Reino Unido (Escocia) y Noruega (Martin, Mullis y Foy 2008, p. 334). En estos países o bien no existen exámenes nacionales, o bien se realizan sobre una muestra de estudiantes, de manera que no todos los profesores tienen la ocasión de utilizar los resultados de este método de evaluación.

El estudio TIMSS 2007 también contenía preguntas sobre la frecuencia con la que los profesores de ciencias de estudiantes de octavo curso hacían pruebas o exámenes de ciencias. Los resultados mostraron que aproximadamente la mitad (49%) de los estudiantes de octavo habían hecho pruebas aproximadamente una vez al mes, como promedio de los países de la UE participantes. Alrededor de una quinta parte (22%) hicieron pruebas o exámenes de ciencias cada dos semanas (o más a menudo). No obstante, estos datos presentaban una considerable variabilidad entre países (véase Martin, Mullis y Foy 2008, p.335). En la República Checa, la mayoría de los estudiantes (82%) realizaron una prueba al menos cada dos semanas. En Hungría y Rumanía los profesores también informaron de que hacían pruebas o exámenes de ciencias cada dos semanas o más (37% y 45% de los estudiantes respectivamente). Hubo también varios países donde la mayoría de los estudiantes no tuvieron pruebas o exámenes de ciencias más que en contadas ocasiones al año, incluyendo a Malta (69%), Eslovenia (96%) y Suecia (66%).

Estos datos ponen de manifiesto la importancia de la evaluación en el aula en los países en los que desarrolló el estudio, así como el papel central que juega el profesor a hora de realizarla. Por lo tanto, queda patente también la potencial necesidad de directrices y apoyo para los profesores en el área de la evaluación.

Resumen

Las directrices oficiales sobre evaluación en los países europeos adoptan dos formatos principales. O bien ofrecen un marco general para el proceso de evaluación, independientemente de la asignatura en cuestión, o bien son específicos para las ciencias. En cualquier caso, el objetivo principal de estos documentos oficiales es reflejar y respaldar los objetivos y/o resultados de aprendizaje asociados con el currículo. En la mitad de los países o regiones de la red Eurydice, existen directrices de evaluación específicas para las ciencias. En algunos países, apenas existen o no hay ninguna normativa/directriz sobre la evaluación del alumno establecida a nivel central. En cambio, los procedimientos de evaluación de estos países se regulan a nivel local y/o a nivel de centro, o a través de la evaluación en el aula que los profesores gestionan de acuerdo con los planes de desarrollo individual de los estudiantes.

En general, las directrices para la evaluación ofrecen recomendaciones sobre los métodos que han de usar los profesores a la hora de evaluar el progreso del estudiante. Los métodos más frecuentemente recomendados son los exámenes tradicionales escritos u orales y la evaluación del trabajo realizado por los alumnos en clase, así como el trabajo basado en proyectos. Existen diferencias importantes entre países en lo que se refiere a los métodos de evaluación recomendados en niveles de educación concretos. Resulta interesante también comentar que los mismos métodos aparecen tanto en las directrices generales de evaluación como en las específicas para las ciencias. Parece que no hay ningún método de evaluación específicamente recomendado para las materias de ciencias.

Casi todos los países europeos ofrecen distintos tipos de medidas de apoyo a los profesores para la evaluación de los estudiantes en el aula. Sin embargo, estos tipos de apoyo normalmente responden a la evaluación en general y se aplican en todas las materias del currículo; no son específicos para las ciencias. Las modalidades más extendidas de apoyo son la oferta de materiales didácticos e información sobre métodos evaluación a través de los sitios web oficiales y los portales de Internet, así como manuales para el profesor elaborados por las editoriales de libros de texto.

En la mayoría de los países y/o regiones europeas analizadas se evalúa el conocimiento y las competencias científicas de los estudiantes mediante procedimientos estandarizados al menos una vez durante la educación obligatoria (CINE 1 y 2) y/o la educación secundaria superior (CINE 3). No obstante, aparecen diferencias significativas de un país a otro, tanto en lo que se refiere a la frecuencia con que los estudiantes realizan los exámenes nacionales como en lo relativo al momento concreto en que se administran estos exámenes, ya sea en términos de curso o de edad. En la mayor parte de los países o regiones las materias de ciencias se evalúan al menos una vez y en dos o los tres niveles educativos.

Prácticamente en la totalidad de los países que realizan exámenes estandarizados de ciencias en la educación primaria la finalidad de los mismos es evaluar a los centros escolares y/o al sistema educativo en su conjunto. En la educación secundaria inferior se da una situación bastante similar a la de la educación primaria, pero son más los países que organizan evaluaciones nacionales de ciencias con vistas a otorgar un certificado a los estudiantes. En la educación secundaria superior el único propósito de la mayoría de los exámenes en las materias de ciencias es la concesión de un certificado.

Generalmente las ciencias, bien como materia integrada y/o como materia diferenciada del currículo, se evalúan dentro del procedimiento de evaluación estandarizado al mismo tiempo que otras materias, y normalmente junto con exámenes de lengua materna y matemáticas. Mientras que en la educación primaria y la secundaria inferior (CINE 1 y 2) las materias de ciencias que se evalúan dentro de los procedimientos estandarizados son obligatorias para todos los estudiantes, en la educación secundaria superior (CINE 3) las materias de ciencias suelen ser optativas.

CAPÍTULO 5: LA MEJORA DE LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE CIENCIAS

Introducción

La investigación sobre las formas de mejorar la formación inicial y permanente de los profesores de ciencias tiene una estrecha conexión con dimensiones tanto comunes como específicas. El campo de investigación es complejo, ya que los docentes de ciencias enseñan en diferentes niveles educativos, a menudo se han formado en distintas materias de ciencias, y pertenecen a diferentes culturas, tanto desde el punto de vista educativo como social. El apartado 1 presenta una revisión de la literatura de investigación sobre todas estas dimensiones y explora aspectos como el conocimiento, las habilidades y competencias necesarias para enseñar ciencias, cuestiones específicas dentro de la formación del profesorado de ciencias y posibles estrategias para formar y desarrollar a los profesores de ciencias. El apartado 2 ofrece un resumen general de las iniciativas nacionales dirigidas a mejorar la formación inicial y permanente de los profesores de ciencias que se sitúan fuera del marco de las descritas en el capítulo 2. Por último, el apartado 3 expone algunos resultados de una encuesta piloto que llevó a cabo la agencia EACEA/Eurydice en instituciones de formación del profesorado sobre las prácticas actuales en la formación inicial del profesorado de ciencias y matemáticas.

5.1. Formación inicial y formación permanente del profesorado de ciencias: revisión de los resultados de la investigación reciente

Jens Dolin y Robert Evans.

Departamento de Enseñanza de las Ciencias, Universidad de Copenhague.

Esta revisión se centra en la investigación publicada durante el periodo de 2006-2011 en las revistas más importantes sobre enseñanza de las ciencias, así como en encuestas y manuales relevantes.

5.1.1. Habilidades y competencias necesarias para la enseñar ciencias

Para llegar a ser profesor de ciencias y mantener las destrezas profesionales, a diferencia de los docentes de otras materias, es necesario dominar determinadas competencias específicas de las ciencias. Las ciencias se caracterizan por la formulación de modelos, es decir, la construcción de copias de la realidad, a menudo de forma abstracta y matemática, que acentúan características específicas de la realidad. Características distintivas de las ciencias son también una epistemología específica o una forma de adquirir conocimiento a menudo conocida como la "Naturaleza de la Ciencia" (NOS, por sus siglas en inglés: *Nature Of Science*), y su empleo del trabajo de carácter práctico (especialmente ejercicios de laboratorio), así como otros atributos. Estas habilidades y competencias, así como la capacidad para enseñar estos aspectos de la ciencia deben formar parte de la "caja de herramientas" del profesor de ciencias. Además, competencias didácticas genéricas como el aprendizaje mediante argumentación, y la enseñanza y utilización de métodos basados en la investigación tienen especial relevancia en la enseñanza de las ciencias. Esto resulta evidente al considerar el "Conocimiento Profesional del Contenido" (*Professional Content Knowledge -PCK*) necesario para enseñar ciencias, según lo conceptualizó Shulman (1986). Este primer apartado pasa revista a la investigación sobre estos aspectos específicos de las ciencias en la enseñanza de las mismas.

La formulación de modelos

La formulación de modelos se sitúa en el mismo corazón del acto científico y, por lo tanto, es importante diseñar una intervención en la formación del profesorado centrada en los modelos y su formulación. Un reciente estudio italiano demostró que el conocimiento de los futuros profesores sobre los modelos y su formulación una vez completado su grado de cuatro o cinco años sigue siendo bastante pobre y confuso

(Danusso, Testa & Vicentini, 2010). Los cursos diseñados específicamente haciendo hincapié en proporcionar experiencias de aprendizaje y materiales relacionados con la formulación de modelos han ayudado a los futuros profesores a atraer e interesar a los estudiantes en la práctica de la formulación de modelos (Kenyon, Davis & Hug, 2011). Valanides y Angeli (2008) ofertaron a los futuros profesores de los centros de primaria un módulo sobre formulación de modelos por ordenador que resultó muy exitoso. El programa reforzaba de forma eficaz las primeras experiencias de formulación de modelos de los futuros profesores, y les permitía construir y probar rápidamente sus modelos, así como reflexionar sobre su viabilidad.

La naturaleza de la ciencia

Akerson *et al.* (2009) demuestran cómo la formulación científica de modelos puede llevar a una comprensión más profunda de la naturaleza de la ciencia (NOS) y de los procesos de investigación científica. En un programa de formación que se centraba en la formulación científica de modelos, los profesores mejoraron su visión de la naturaleza de la ciencia y de la investigación a medida que ampliaban su definición de las ciencias evolucionando desde una orientación basada en el conocimiento hacia una basada en los procesos. Además, se puede mejorar la comprensión informada de la naturaleza de la ciencia mediante el uso de estrategias metacognitivas (Abd-El-Khalick y Akerson, 2009) y parece que los profesores que, antes de ejercer, reciben una instrucción explícita sobre la naturaleza de la ciencia como tema independiente tienen una mayor capacidad para aplicar correctamente su conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia a situaciones y cuestiones nuevas que los profesores que reciben formación en el contexto de un caso particular, como puede ser, por ejemplo, el cambio climático (Bell, Matkins & Gansneder, 2010).

Dada la enorme amplitud de los conceptos relativos a la naturaleza de la ciencia, una exposición breve durante la formación docente puede no aportar suficiente conocimiento como para influir en el comportamiento didáctico de ciencias de los nuevos profesores. Varios estudios han tratado de aumentar las experiencias con la naturaleza de la ciencia y se han mostrado exitosos a la hora de preparar a los profesores en ciernes para la futura inclusión en su docencia de cuestiones relativas a la naturaleza de la ciencia (Seung, Bryan y Butler, 2009; Lotter, Singer y Godley, 2009). A su vez, Abd-El-Khalick y Akerson (2009) informan de un éxito similar en el desarrollo de los conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia en futuros profesores de primaria mediante la utilización de estrategias metacognitivas de elaboración de mapas conceptuales, ideas sobre la naturaleza de la ciencia de los compañeros y casos prácticos.

El conocimiento profesional vinculado al contenido

Se han llevado a cabo pocas investigaciones nuevas sobre la (controvertida) relación entre el conocimiento de la materia que tienen los profesores de ciencias y su práctica docente. La literatura de investigación anterior indica que los profesores de ciencias con un escaso conocimiento de los contenidos tienden a evitar ciertos temas, o se centran en sus libros de texto y se limitan a formular preguntas de bajo nivel (Van Driel y Abell, 2010). Esta relación se aborda en el concepto de Conocimiento Profesional del Contenido (en adelante CPC), entendido, de acuerdo a la definición de Shulman (1986), como "...la forma de representar y formular la materia que la hace comprensible para otros", esto es, la capacidad de conocer el contenido y poder enseñarlo de forma que los estudiantes puedan aprenderlo.

Un gran número de estudios recientes abordan la construcción de CPC en los docentes. Hume y Berry (2011) analizan el modo en que los profesores en formación pueden desarrollarlo implicándose en la construcción de su propia representación de contenidos sobre los nuevos temas, y cuando investigan el desarrollo del CPC para futuros profesores de física. Sperandeo-Mineo *et al.* (2006) destacan que se trata de un proceso bidireccional que implica la profundización en el conocimiento de una materia y el aumento de la concienciación sobre cuestiones pedagógicas. Este proceso puede verse favorecido por el uso de portafolios (Park & Oliver, 2008) y de tutores que asuman el papel de amigos críticos (Appleton, 2008). Por su lado,

Nilsson (2008) y Loughran, Mulhall & Berry (2008) analizan la forma en la que los diferentes elementos del CPC se pueden mejorar en la formación de los profesores de ciencias. En este sentido, insisten sobre la importancia de que el CPC sea una noción concreta, por ejemplo, mediante un debate sobre las cuestiones que rodean a un elemento del contenido de la materia (por ejemplo, aspectos que los estudiantes encuentran difíciles de aprender), así como sobre maneras específicas de enseñar ese contenido (por ejemplo, formas de atraer a los estudiantes con el contenido, utilización de viñetas sobre determinados episodios de enseñanza y aprendizaje, etc.).

Trabajos prácticos

Son relativamente pocos los estudios que han abordado recientemente el trabajo de carácter práctico en la formación de los profesores de ciencias. Nivalainen *et al.* (2010) muestran la idea que tienen profesores de física, tanto en formación como en ejercicio, sobre los retos que puede suponer el trabajo de laboratorio, tales como la limitación de las instalaciones, el insuficiente conocimiento de la física, los problemas para comprender los enfoques didácticos y la organización general del trabajo práctico. Towndrow *et al.* (2010) analizan cuestiones relativas a la evaluación del trabajo práctico en Hong Kong y Singapur. Estos autores descubrieron que algunos profesores se centraban en los detalles técnicos de la evaluación de las destrezas del trabajo práctico, mientras que otros trabajaban hacia un tipo de evaluación en el que el objetivo eran los intereses de los estudiantes.

La enseñanza mediante investigación

Una gran parte de la investigación sobre el trabajo práctico en la docencia de las ciencias se incluye en la investigación sobre el aprendizaje y uso que los profesores hacen de los procesos de investigación. La investigación es una amplísima área de investigación, y aun así todavía no existe un consenso sobre una definición de lo que constituye la investigación (Barrow, 2006). Cualquier aprendizaje depende de las condiciones previas y la reflexión de los aprendices, y la capacidad de los futuros profesores de ciencias para enseñar mediante la investigación depende de sus propias experiencias de investigación y su capacidad de reflexionar sobre los retos que supone implementar la investigación en sus clases (Melville *et al.*, 2008). Además, los programas de formación del profesorado necesitan desarrollar la capacidad de los profesores para criticar, adaptar y diseñar materiales que potencien su orientación hacia la investigación (Duncan, Pilitsis & Piegaro, 2010). El trabajo de Fazio *et al.* (2010) pone de manifiesto la importancia de las experiencias prácticas como determinante fundamental de las nuevas concepciones y prácticas de los futuros profesores de ciencias. Una estrategia de aprendizaje basada en la experiencia, denominada “utilízate como laboratorio” (Spector, Burkett & Leard, 2007) puede mitigar la extendida resistencia a enseñar ciencias a través de la investigación: la realización sistemática de investigación en el propio proceso de aprendizaje mediante el registro, análisis y síntesis de la información sobre las respuestas que uno mismo va dando a todos los eventos en proceso, así como su comunicación con otros profesores en formación. La descripción académica de las preguntas que los docentes plantean en relación con la investigación y un análisis del discurso mediante vídeo pueden contribuir a una mayor toma de conciencia de los aspectos sociales de las cuestiones que se plantean los docentes, lo que resultará en un incremento de las preguntas referenciales de los profesores (Oliveira, 2010). Se han desarrollado modelos completos del uso de la investigación, como el Modelo Instructivo de Aplicación de la Investigación, pero estos modelos no necesariamente enseñan a los futuros profesores de ciencias la totalidad de los aspectos de la investigación (Gunckel, 2011). Resulta tentadora la conclusión de que no resulta fácil preparar a los profesores de ciencias para que faciliten un aprendizaje a través de la investigación, ni siquiera para los programas de formación del profesorado diseñados *ad hoc* para tal propósito (Lustick, 2009).

La argumentación

La argumentación y el discurso son temas centrales en el trabajo de los científicos, y su papel en la formación de los profesores es crucial; en efecto, los docentes tienen la necesidad de estimular y facilitar ambos en sus clases. Por otro lado, ambos contribuyen a formar un marco sociocultural para el aprendizaje pertinente desde el punto de vista pedagógico, lo que puede conducir a un constructivismo activo que ayude a los estudiantes a tomar las riendas de su propio aprendizaje. Sadler (2006) describe un curso de formación para futuros docentes en el que los participantes construyen y evalúan argumentos sobre controversias científicas, reconociendo de esta forma la necesidad de otorgar a la argumentación un enfoque pedagógico.

5.1.2. Estrategias para la formación inicial y permanente del profesorado

La cuestión del conflicto cognitivo

El conocimiento que los docentes tengan sobre contenidos científicos y pedagógicos, tanto antes de empezar su labor docente como a medida que maduran como profesores, afecta a los programas de formación del profesorado, pues se trata del “punto de partida” de los participantes. Cuando el conocimiento del profesor, ya provenga de sus estudios de ciencias o de sus experiencias docentes, se desvía de las perspectivas basadas en la investigación, se produce una interacción entre el conflicto cognitivo del docente y su formación. Lo que piensan y saben los docentes debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar y llevar a cabo programas de formación. Vanessa Kind (2009) estudió los efectos que el conocimiento de la materia por parte de los profesores tiene sobre la confianza en sí mismos analizando su docencia en áreas de contenido en las que eran expertos y en las que no. Al contrario de lo que se esperaba, los profesores fueron más competentes fuera de sus especialidades que dentro de ellas. Cuando tenían que impartir contenidos menos conocidos confiaban más en los consejos de los profesores experimentados y buscaban ideas útiles, mientras que en el área de ciencias que dominaban tenían una mayor dificultad para elegir, entre su amplio repertorio, el contenido y la estrategia de enseñanza más apropiados.

Para afrontar la cuestión del conflicto cognitivo que surge en la formación de los profesores de ciencias es muy útil encontrar formas de poner de manifiesto y de comprender las ideas científicas intuitivas de los profesores. Un estudio sobre futuros profesores evaluó hasta qué punto la comprensión de los contenidos de ciencias depende de un contexto determinado, así como el grado de certeza que los profesores tienen sobre cualquier aspecto de su conocimiento científico, con la intención de comprender sus posiciones cognitivas para así abordarlas de manera más efectiva en la formación del profesorado (Criado y García-Carmona, 2010). Otro ejemplo de identificación de las preconcepciones de los profesores de primaria concluyó que las concepciones erróneas eran similares a las de sus alumnos, del mismo modo que existía una relación entre su comprensión personal y la forma en que explicaban los fenómenos científicos (Papageorgioua, Stamovlasis y Johnson, 2010). La correlación es una manera útil de evaluar la eficacia de la formación del profesorado, en el sentido de que, como se evidenció en este estudio, cuando se abordan las concepciones erróneas de los profesores, sus explicaciones en el aula ponen de manifiesto las nuevas concepciones ajustadas.

A su vez, la cuestión de las nociones previas de los alumnos también es importante de cara a una docencia de éxito. Susan Gomez-Zwiep (2008) se dispuso a averiguar lo que los profesores de primaria saben acerca de las nociones erróneas de sus alumnos sobre las ciencias y la forma de modificarlas. Averiguó que, aunque la mayoría de los profesores eran perfectamente conscientes de las nociones previas de los estudiantes, no se daban cuenta de la importancia que éstas tenían para el éxito de su docencia. Tomando conciencia de que el mero reconocimiento de la importancia de las concepciones de los alumnos no es suficiente para que los profesores cambien su conducta docente, Rose Pringle (2006) trató de enseñar a los futuros profesores a identificar los conceptos de los estudiantes y a usar estrategias pedagógicas como diagnóstico para actuar sobre ellos.

Autoeficacia

En los últimos años ha aumentado el uso de la percepción de la autoeficacia (es decir, la creencia de un individuo sobre su propia capacidad) tanto como indicador de la confianza del profesor o como medida del éxito de un programa. Esto es especialmente así en el ámbito de la formación de los futuros profesores de primaria, en el que los investigadores han usado la noción de autoeficacia para hacer un seguimiento del desarrollo de la confianza en uno mismo en cursos de metodología (Gunning y Mensah, 2011), y constatado los efectos del trabajo en el curso sobre los contenidos de ciencias así como un incremento de la autoeficacia (Hechter, 2011; Bleicher, 2007). Un grupo de investigadores descubrió una correlación positiva entre los entornos docentes iniciales y las puntuaciones en autoeficacia recogidas en tres ocasiones durante el primer año de docencia (Andersen *et al.*, 2007). El incremento de la autoeficacia, utilizado como prueba del efecto de los programas de formación, se ha relacionado positivamente con un aumento en el uso de la enseñanza basada en la investigación (Lakshmanan, Heath, Perlmutter y Elder, 2011). Mientras que durante la formación y el desarrollo profesional del profesorado se suele encontrar un aumento de la autoeficacia, las expectativas de resultados de los profesores, que indican hasta qué punto piensan que sus esfuerzos tienen efecto en el alumnado no suelen mostrar incremento alguno (Lakshmanan, Heath, Perlmutter y Elder, 2011; Hechter 2011). Bandura (1997) vincula la creencia de autoeficacia sobre el grado en que un profesor predice que será capaz de desarrollar una determinada tarea con las posibilidades de que su enseñanza realmente tenga efecto en los alumnos. Merecería la pena investigar con más profundidad si el hecho de que no se produzcan cambios en las expectativas de resultados es atribuible a percepciones realistas sobre las clases o más bien a que los docentes tienen una experiencia inadecuada en enseñar con altos niveles de autoeficacia. Hay un estudio que arroja algunas dudas sobre la utilidad de la autoeficacia como indicador de los resultados de un programa, debido a que se encontraron tan sólo pequeños cambios al final de un año de preparación del profesorado.

El creciente interés por estas cuestiones también ha generado nuevos instrumentos de medida de la autoeficacia así como técnicas para potenciarla durante la formación inicial y permanente del profesorado. En un esfuerzo por centrarse de manera más estricta en el instrumento de evaluación más habitualmente empleado, el *Science Teacher Efficacy Beliefs Instrument-STEBI-B*, Smolleck, Zembal-Saul y Yoder (2006) desarrollaron y validaron una prueba para medir la autoeficacia de la enseñanza de las ciencias en una docencia basada en la investigación. Otros autores se han propuesto identificar qué métodos tienen mayor influencia en los cambios en la autoeficacia (Brand y Wilkins, 2007; Bautista, 2011; Palmer, 2006; Yoon *et al.*, 2006).

La formación permanente del profesorado basada en la investigación

En particular Andrew Lumpe (2007) condujo una síntesis de la investigación desarrollada a partir de la primera mitad de la última década sobre formación permanente del profesorado, con la intención de poner fin a los programas de formación del profesorado con formato de talleres de una única sesión de duración. La popularidad de estos programas se basa en su eficacia, y no en su valor probado. Este autor revisó las concepciones de reciente expansión sobre la formación permanente del profesorado, en las que se tienen en cuenta la atención a los contextos escolares, las creencias del profesorado, el apoyo del resto del profesorado, las aplicaciones de aula y el liderazgo, y encontró que todas ellas habían tenido un impacto positivo sobre el aprendizaje de los estudiantes, pero que la investigación realizada fuera de la comunidad docente de ciencias también ofrece aportaciones útiles. Andrew sugiere que se tengan en cuenta, en particular: un *feedback* eficaz, la cooperación, la colegialidad, el desarrollo del personal orientado a la práctica y las culturas de creencias y relaciones compartidas (Marzano, 2003; Marzano, Waters & McNulty, 2005). Propone la idea de que todos estos factores se pueden utilizar mejor a través del desarrollo en el centro educativo de comunidades profesionales de aprendizaje, en las que la atención se centra en grupos de profesores que aplican métodos didácticos innovadores en su clases de forma cooperativa, intercambiando información entre ellos y con los

formadores de profesores, reflexionando sobre sus clases y evaluándolas, y ajustando posteriormente su práctica para dar cabida a estas aportaciones (Lumpe, 2007). Los talleres formales que utilicen este modelo pueden aportar la base y el impulso organizativo para poner en marcha comunidades profesionales de aprendizaje. Carla Johnson (2010) también apoya el cambio desde talleres de corta duración a los que pueden asistir unos pocos profesores de un centro educativo hacia una reforma a largo plazo de los centros educativos que pueda incluir a toda la comunidad educativa y, en consecuencia, con mayores probabilidades de provocar un cambio. Este esfuerzo de los centros utiliza el *feedback* eficaz, la cooperación, la colegialidad, el desarrollo del personal orientado a la práctica y la cultura de creencias y relaciones compartidas por la que abogaban Marzano (2003) y Marzano, Waters & McNulty (2005).

La colegialidad

Singer, Lotter, Feller y Gates (2011) han puesto a prueba la sugerencia de Marzano (2003) –una formación del personal basada en la práctica así como una cultura de creencias y relaciones compartidas– mediante un programa que pretendía que los profesores pudieran transferir a sus aulas los métodos de enseñanza por investigación aprendidos en su formación, facilitándoles un entorno contextualizado que apoyara esa transición. Obtuvieron resultados significativamente positivos en la mejora del uso de estrategias de investigación y descubrieron que el entorno institucional era un factor importante. En un estudio previo, Dresner y Worley (2006) identificaron en la colegialidad que destaca Lumpe (2007) el mecanismo de soporte que permite a los profesores modificar sus métodos. Consideraban la colegialidad de profesores y científicos como de utilidad para sustentar las modificaciones en la docencia. Zubrowski (2007) ha estudiado otra expresión de la colegialidad, denominada acompañamiento personalizado (*mentoring and coaching*), a través del desarrollo y perfeccionamiento de “herramientas” más eficaces que pudieran ser usadas por los compañeros profesores para el intercambio de información y la planificación. Watson *et al.* (2007) confirmaron la importancia de la colegialidad en un programa de re-entrenamiento para profesores de otras materias para que pudieran impartir física en un periodo de seis meses. La adaptación de estos profesores resultó difícil en muchos aspectos, si bien aquellos que fueron respaldados por profesores con experiencia completaron con éxito la transición, mientras que los otros no lo consiguieron. Las cualificaciones para impartir ciencias de estos últimos nunca fueron aceptadas por profesores con experiencia. La colegialidad, cuando se trata de científicos dedicados a la investigación, resultó tener un efecto positivo sobre la enseñanza de las ciencias cuando lideran experimentos de resolución de problemas, si bien no se exploraron los potenciales beneficios permanentes de la colaboración entre profesores e investigadores (Morrison & Estes, 2007). Cormas y Barufaldi (2011), en un estudio de gran amplitud realizado en Estados Unidos sobre las características del desarrollo profesional docente basado en la investigación en el que participaban los distritos escolares junto con instituciones educativas superiores del ámbito científico, concluyeron que los profesores desarrollaban más competencias de comunicación, así como un mayor conocimiento sobre aplicaciones al mundo real.

La observación de las clases (*lesson study*) y la docencia conjunta (*co-teaching*)

Los investigadores continúan estudiando las aplicaciones de la observación de la docencia (*lesson study*) en las que los profesores se observan y comparten sus percepciones sobre las clases del otro y llevan a cabo cambios en ciclos iterativos. Roth *et al.* (2011) utilizaron el análisis de las clases previamente grabadas en vídeo para desarrollar un programa de formación cuyo objetivo era ayudar a los profesores a analizar su práctica docente y los procesos de aprendizaje, analizando minuciosamente su práctica a través del vídeo. Los resultados permiten establecer conexiones entre un mejor aprendizaje del estudiante y el conocimiento del profesor de los contenidos, así como entre el conocimiento de los contenidos pedagógicos sobre la forma de pensar del estudiante y algunas prácticas docentes. Otro uso innovador del estudio de la enseñanza contó con equipos de futuros profesores de enseñanza primaria que diseñaron e impartieron

clases comunes en tres aulas diferentes, con un análisis colectivo y una revisión de cada una de las tres aplicaciones de la clase. Los resultados mostraron mejoras notables tanto en la docencia como en el aprendizaje (Marble, 2007). Por su parte, Scantlebury, Gallo-Fox y Wassell (2008) investigaron con éxito un concepto similar, la enseñanza conjunta (*co-teaching*) para futuros profesores de ciencias, analizándolo como modelo de aprendizaje cooperativo. Más recientemente, Milne *et al.* (2011) examinaron los beneficios de la enseñanza conjunta en cursos universitarios de formación para futuros profesores de primaria y secundaria. Las diferentes funciones de los profesores y la reflexión mutua resultaron en un incremento de sus oportunidades de preparación.

Duración y objeto de la formación permanente del profesorado

Coincidiendo con la tesis de Lumpe (2007) de que la formación del profesorado a corto plazo es menos eficaz que los esfuerzos a largo plazo, varios estudios han contemplado premeditadamente una formación del profesorado a más largo plazo como aspecto crucial de los programas. Johnson y Marx (2009) utilizaron ese tipo de programa prolongado en paralelo con la dimensión cooperativa para cambiar la enseñanza urbana de las ciencias. Los profesores participantes no sólo mejoraron su eficacia, sino que también comenzaron a cambiar positivamente el clima del centro educativo y las variables de aprendizaje en el aula. La duración del programa así como la atención prestada a las necesidades de los docentes se revelaron también como primordiales en un estudio de un año de duración en el que los profesores conducían las prioridades de su programa. Este estudio constató que la atención a las necesidades del profesorado era una estrategia eficaz (Lotter, Harwood & Bonner, 2006). Asimismo, al abordar las necesidades individuales de los futuros profesores a través de un proceso de “sintonización” pedagógica con los estudiantes, se obtuvieron mayores resultados de aprendizaje (Vogt & Rogalla, 2009). En una evaluación del modelo de Cambio Conceptual Cognitivo-Afectivo, Ebert y Crippen (2010) hicieron de la formación del profesorado a largo plazo un componente esencial en sus esfuerzos por ayudar a los profesores a aplicar una metodología docente basada en la investigación.

Herramientas para la formación permanente del profesorado

Varios estudios de investigación recientes se han centrado de forma particular en las herramientas para mejorar la formación permanente del profesorado. Hudson y Ginns (2007) desarrollaron un instrumento orientado a la conceptualización con el propósito de llevar a cabo un seguimiento de los profesores durante su formación. A través de múltiples muestras de las percepciones que tenían los profesores de sí mismos descubrieron que el instrumento era útil a la hora de evaluar la progresión formativa del curso. Otra forma de evaluación formativa de la formación del profesorado era la utilización de un diario con las reflexiones de los profesores sobre lo que aprendían y la manera en que lo hacían (Monet & Etkina, 2008). Descubrieron que los profesores encuentran dificultades a la hora de reflexionar sobre su aprendizaje, pero que aquellos que sabían cómo habían razonado a partir de los hechos manifiestos alcanzaron un mayor nivel de aprendizaje, a juzgar por las mediciones realizadas por cuestionarios y pruebas, mientras que los que no podían explicar cómo habían aprendido los conceptos progresaron menos.

La formación permanente sobre la base de hechos manifiestos se llevó a cabo mediante la elaboración de un portafolio como medio para generar un diálogo profesional y, por consiguiente, un aprendizaje de los profesores (Harrison, Hofstein, Eylon y Simon, 2008). El portafolio también ofrecía un medio para ajustar la formación permanente del profesorado a las necesidades individuales e incrementar de ese modo los efectos del programa. Se han probado distintos modelos globales de formación permanente del profesorado, como, por ejemplo, el de Russell Tytler (2007), que introdujo la “Innovación Educativa en Ciencias” (*School Innovation in Science*) como modelo para trabajar en el centro escolar con equipos y profesores de ciencias, así como para aportar una gran cantidad de ayuda al cambio.

Tutorización

Bradbury y Koballa (2007) han vuelto a examinar recientemente el tema de la tutorización de los nuevos profesores de ciencias y han concluido que los mentores proporcionan un conocimiento pedagógico más general, en lugar de específico de las ciencias, ya que ofrecen, por ejemplo, poca información sobre la investigación, la naturaleza de las ciencias y la cultura científica. Estos autores sugieren que los formadores de profesores podrían influir en los planes de tutorización de modo que estuvieran más en consonancia con la formación docente. Schneider (2008) sugiere adelantar el proceso de tutorización de modo que alcance a los futuros candidatos y así los profesores con experiencia comiencen a guiar a los estudiantes durante su formación pedagógica. Esta autora sugiere que esto también supondría una oportunidad de formar a los mentores de modo que se les ayudara a alinearse con el programa de formación de profesores. John Kenny (2010) comprobó la eficacia de una forma análoga de colaboración entre futuros profesores de primaria y profesores de aula en la que los estudiantes de magisterio impartieron clases de ciencias en el aula del profesor y se les ayudó a reflexionar sobre sus experiencias. Las conclusiones pusieron de manifiesto que este formato generó confianza entre los futuros docentes y fue beneficioso para los profesores titulares que llevaron a cabo la práctica. Julie Luft (2009) analizó los méritos relativos de cuatro programas de prácticas para profesores. Descubrió que, cuando los futuros profesores de secundaria participaban en programas de prácticas específicos para las ciencias, mejoraba su uso de métodos relevantes de ciencias como, por ejemplo, las investigaciones. Resulta interesante que la proximidad entre compañeros durante los diferentes programas resultara importante para el bienestar de los profesores. Un equipo multicultural de investigadores de Australia y Estados Unidos propuso un modelo de tutorización para la formación permanente de los profesores de primaria (Koch y Appleton, 2007). Este modelo se basa en la construcción social de la imagen de lo que significa ser un mentor en la enseñanza de las ciencias y, una vez que se probó, aparecieron varios componentes de éxito del modelo, entre los que se incluyen la ayuda para entender los contenidos de ciencias y el valor de trabajar con las predisposiciones de un profesor.

Problemas y temas sociales de actualidad

Akcay y Yager (2010) investigaron el uso de eventos y temas sociales de actualidad en calidad de organizadores del currículo de la formación inicial del profesorado. Los estudiantes participaron en la selección de los temas, estableciendo diferentes perspectivas sobre cuestiones controvertidas así como distintas colaboraciones para la resolución de problemas. Desde diferentes puntos de vista los resultados sugieren que este enfoque conducía a una enseñanza bien enraizada que situaba a la ciencia entre las experiencias vitales del estudiante. Visser *et al.* (2010) describieron cómo una variedad de perspectivas sobre los contenidos se situaban en el eje de un programa con el objetivo de promover un enfoque multidisciplinar de la enseñanza de las ciencias. De forma innovadora, reunieron partes de la física, la química, la biología, las matemáticas y la geografía física en una nueva materia multidisciplinar que formaba parte de la formación permanente del profesorado, e identificaron cinco características esenciales de esta formación: los profesores deberían adquirir nuevos conocimientos como parte de su formación permanente; deberían colaborar con los compañeros; participar con otros profesores en una red bien desarrollada; estar bien preparados y organizados para las clases de formación, e integrarse en módulos que sean interesantes tanto para ellos como para los estudiantes a los que enseñan.

Investigación-acción

La investigación-acción, enfoque en el que los profesores investigan su práctica docente con vistas a su mejora, se utiliza en diferentes marcos y con distintos elementos como una estrategia continua para la formación permanente del profesorado. No obstante, la investigación-acción actual, en su relación con la formación permanente, tiene también que abordar el problema de que se la percibe como con escaso rigor y base científica en sí misma, lo que resulta en su escasa aceptación (Capobianco y Feldman, 2010).

Recientemente se ha intentado incrementar la calidad de la investigación-acción y poner el acento en su potencial para informar la práctica docente. Karen Goodnough (2010) utiliza la investigación-acción cooperativa en un formato de grupos de investigación de docentes que apoyan las prácticas en el aula a través del conocimiento generado por los profesores. Otro estudio que utilizó la investigación-acción cooperativa en el nivel de secundaria tenía como objetivo enseñar la modificación de los roles a través de la negociación colectiva (Subramaniam, 2010). Se concluyó que los partidarios de la investigación-acción han de explicar sus perspectivas teóricas antes de trabajar con profesores en proyectos de investigación, y también necesitan aceptar plenamente a los profesores como compañeros investigadores.

Kimberly Lebak y Ron Tinsley (2010) aplicaron un modelo que sigue la teoría del aprendizaje adulto y transformador para llevar a cabo una investigación-acción con profesores de ciencias, usando el vídeo para facilitar sesiones semanales de reflexión cooperativa entre compañeros, con idea de identificar objetivos de mejora. Entre otros resultados, se encontraron enfoques pedagógicos modificados que pasaron de un modelo centrado en el profesor a un modelo de enseñanza por investigación.

5.2. Programas y proyectos para la mejora de las competencias del profesorado de ciencias

Tal y como muestra el análisis de las estrategias para la promoción de ciencias mostrado en el capítulo 2, el fortalecimiento de las competencias de los profesores se considera especialmente importante en los países europeos. En los países que cuentan con marcos estratégicos nacionales para la promoción de la enseñanza de las ciencias, estos normalmente incluyen la mejora de la formación de los profesores de ciencias como uno de sus objetivos. Francia, Austria y el Reino Unido (Escocia), en particular, centran su atención en esta cuestión.

Las actividades de promoción de las ciencias tales como las colaboraciones a nivel de centro educativo a menudo suponen un importante apoyo para la formación permanente del profesorado. El contacto directo con la investigación aplicada y con recursos adicionales facilitados por empresas privadas o instituciones de investigación puede resultar especialmente beneficioso. Buenos ejemplos de ello son el fuerte componente formativo del programa francés *La main à la pâte* ⁽¹⁷⁸⁾, así como el programa español “El CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) en la Escuela” ⁽¹⁷⁹⁾.

Asimismo, los centros de ciencias e instituciones análogas también contribuyen al aprendizaje informal de los profesores y pueden aportarles orientaciones valiosas. En varios países se ofrecen actividades de formación específica y formal, como en Irlanda, España, Francia, Lituania, Polonia, Eslovenia, Finlandia, Suecia, el Reino Unido y Noruega. Se puede encontrar más información sobre este tipo de actividades en el apartado 2.2.

El principal centro de atención de este apartado son, sin embargo, las iniciativas para la mejora del conocimiento y las competencias de los profesores de ciencias que no están incluidas dentro del grupo principal de actividades de promoción.

Casi todos los países informan de que las actividades específicas para los profesores de ciencias forman parte de los programas de formación permanente de los profesores en activo.

Por ejemplo, en **Suecia**, el programa para la formación permanente del profesorado es la sección más grande de *Boost for teachers*, una iniciativa gubernamental para aumentar el prestigio de los profesores. Abarca el periodo 2007-2011. Pueden participar en esta iniciativa 30.000 profesores. Se incide en fortalecer la competencia de los profesores tanto en la teoría de su materia como en la metodología educativa ⁽¹⁸⁰⁾.

⁽¹⁷⁸⁾ Véase: http://lamap.inrp.fr/?Page_Id=1117

⁽¹⁷⁹⁾ Véase: <http://www.csic.es/web/guest/el-csic-en-la-escuela>

⁽¹⁸⁰⁾ Véase: http://www.skolverket.se/fortbildning_och_bidrag/lararfortbildning/in-english-1.110805

Sin embargo, son pocas las iniciativas nacionales que se centran en la formación inicial de los futuros profesores de ciencias.

En **Dinamarca**, dentro del nuevo programa de formación inicial del profesorado (2006), las ciencias (*naturfag*) se convirtieron en una de las tres materias básicas con 72 créditos ECTS (junto con las matemáticas y el danés). Los estudiantes deben elegir una de estas tres materias como primera especialización. La intención es la de resaltar la importancia de estas tres materias en primaria y secundaria inferior en el sistema educativo danés. En 2010, se han puesto en marcha cierto número de ensayos estándar en la formación inicial del profesorado con objeto de hacer de las ciencias algo más atractivo para la especialización de los estudiantes. Estos ensayos estándar suponen la introducción de las ciencias (tanto dirigidas a la enseñanza en primaria o en secundaria) como materias secundarias (36 ECTS) que los estudiantes eligen como segunda o tercera especialización. La introducción de las ciencias como materia secundaria debería animar a un mayor número de estudiantes a elegir las ciencias como especialización, incluso si su materia principal es danés o matemáticas. Los resultados preliminares muestran un creciente interés por las ciencias como especialización. Los ensayos durarán hasta 2012. En ese momento, se tomará una decisión sobre si extender el periodo de prueba, detener los ensayos, o implementar plenamente el nuevo sistema.

En Estonia, Grecia, Chipre y Letonia, las iniciativas de formación para los futuros profesores y para los que están en activo están vinculadas a las reformas curriculares que se están llevando a cabo (véase el capítulo 3).

En **Estonia**, actualmente se está debatiendo sobre la formación inicial de los profesores de ciencias, en relación con la reforma curricular y su implementación en 2011. Se está poniendo un mayor énfasis en la formación en investigación educativa de todos los implicados (formadores de profesores, profesores, miembros de organizaciones profesionales, etc.), incluyendo a los profesores de ciencias ⁽¹⁸¹⁾.

En **Letonia**, como parte de las reformas del currículo actuales, el centro Nacional de Educación está desarrollando un programa de formación permanente del profesorado para todas las materias de ciencias. Este programa se organiza en módulos que incluyen orientaciones generales sobre las ciencias contemporáneas en la escuela, los distintos métodos de enseñanza y aprendizaje, la investigación científica en el laboratorio y el uso de las TIC. La duración del programa es de 54 horas para los profesores de educación básica; 36 horas para los profesores de secundaria con experiencia; y 72 horas para los profesores de secundaria superior. Estos cursos de formación se irán introduciendo paulatinamente hasta 2012. Están dirigidos a todos los profesores de materias de ciencias que tengan que implementar el nuevo currículo. El programa se organiza y financia como parte de la reforma curricular (véase el capítulo 3).

Hungría, Portugal y Eslovenia tienen en marcha proyectos específicos para la mejora de la enseñanza de las competencias científicas prácticas.

En **Hungría**, las actividades principales del Programa de Talento Nacional ⁽¹⁸²⁾ incluyen el apoyo a la formación permanente de los profesores de ciencias y al desarrollo del talento en el campo de la enseñanza de las ciencias. Se ofrecen cursos de formación cortos para profesores y psicólogos, así como para los trabajadores de la red de talento en los centros escolares, las ONGs, etc. El programa está basado en una red que agrupa a distintas organizaciones, como centros educativos y ONGs. Las fuentes de financiación provienen de la Unión Europea, de la cofinanciación nacional y del Fondo Nacional para el Talento, que, a su vez, se financia a cargo del presupuesto central, el Fondo del Mercado Laboral y fuentes procedentes de sectores privados.

En **Portugal**, el programa nacional "Trabajo Científico Experimental en Centros de Primaria" se concibió para desarrollar el conocimiento que tienen los profesores de primaria sobre los diferentes tipos de trabajo práctico y su papel en la enseñanza de las ciencias. Su objetivo es implementar este tipo de actividades en el aula con la ayuda de un formador de profesores. Los profesores del centro aprenden la relevancia educativa de los diferentes tipos de trabajo práctico, así como la forma de abordar la investigación en las prácticas docentes de primaria. El trabajo experimental debería explorarse en las aulas de acuerdo con un enfoque global de resolución de problemas para así desarrollar el pensamiento crítico, las habilidades de argumentación, el razonamiento y el conocimiento científico básico de los alumnos. El Ministerio de Educación y los Fondos Europeos han financiado

⁽¹⁸¹⁾ Véase: www.eduko.archimedes.ee/en

⁽¹⁸²⁾ <http://www.tehetsegprogram.hu/node/54>

el Programa desde el curso académico 2006/07 y lo continuarán haciendo hasta 2010/11. La asistencia no es obligatoria.

Los informes de evaluación que lleva a cabo la Comisión Nacional de Seguimiento y un equipo externo de expertos destacaban los puntos fuertes del programa: la formación docente, personal y social de los profesores del centro; la mejora del aprendizaje de los alumnos; la calidad del entorno formativo; una buena planificación y organización; la alta calidad de los recursos/guías metodológicas; la estrecha relación con los temas del currículo nacional.

En **Eslovenia**, el proyecto “Desarrollo de las Competencias de Ciencias” ⁽¹⁸³⁾ lleva en marcha desde 2008 con el objetivo de desarrollar y poner a prueba directrices de expertos para incrementar el conocimiento científico en los centros escolares. El objetivo es desarrollar estrategias y enfoques metodológicos especialmente en aquellos campos de las ciencias naturales que puedan tener un impacto significativo en la sociedad en el futuro. Como parte del proyecto, se han desarrollado estrategias, métodos y técnicas que garantizarán una adaptación exitosa de los hallazgos científicos con fines educativos y, al mismo tiempo, harán de las ciencias naturales algo más popular entre los estudiantes. Participan en este proyecto la Universidad de Maribor y la Universidad de Liubliana, junto con un gran número de centros escolares de educación básica y de secundaria superior, así como jardines de infancia. Los resultados previstos son: nuevas orientaciones docentes para las ciencias naturales; desarrollo de materiales/modelos didácticos para disciplinas científicas específicas; experimentación de materiales/modelos en los centros escolares; talleres de formación del profesorado.

Los profesores de los centros de secundaria superior, de los centros de educación básica y de los jardines de infancia están continuamente probando materiales didácticos recientemente desarrollados y escribiendo informes de evaluación. El proyecto concluirá a finales de 2011.

Las cuestiones referentes a la captación y la especialización de los profesores de ciencias se abordan a través de programas en Dinamarca y el Reino Unido, y en Noruega, dentro del marco de la estrategia de promoción de las ciencias.

En 2006, el gobierno **danés** reservó una cantidad de 230 millones de coronas danesas (DDK) para la formación permanente de los profesores de los centros públicos. Estos fondos estaban especialmente destinados a posibilitar a los docentes una especialización en ciencias o matemáticas, aunque se incluían otras materias en la iniciativa. Esta iniciativa se llevó a cabo durante el periodo de 2006 a 2009. Durante este tiempo, más de 800 profesores adquirieron una especialización en una materia de ciencias. Otros 430 completaron cursos para ejercer como asesores de apoyo en ciencias. En el nivel CINE 3, durante su primer año de trabajo los profesores deben asistir a un curso de cuatro días sobre didáctica de las ciencias. El curso es un requisito previo para los profesores que quieren optar a un puesto permanente y está financiado por el centro que les contrata.

Las iniciativas del **Reino Unido (Inglaterra)** se centran primordialmente en captar más candidatos para la enseñanza de las ciencias: el Programa de Transición a la Docencia (*Transition to Teaching Programme*) está dirigido a aquellos que quieren cambiar su ocupación para enseñar matemáticas, ciencias o tecnología de la información y la comunicación (TIC) en centros públicos de secundaria de Inglaterra. Para participar en el programa, los candidatos deben poseer un título de grado en ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas o una materia relacionada, así como tener una recomendación de quien les vaya a contratar ⁽¹⁸⁴⁾. Existen también cursos de mejora ⁽¹⁸⁵⁾ para titulados que estén interesados en enseñar física, matemáticas o química pero que necesiten desarrollar el conocimiento de su materia para enseñar a alumnos de secundaria. Estos cursos normalmente equivalen a dos semanas de estudio que se pueden cursar o bien de una vez o bien a lo largo de un periodo de tiempo mayor, con la posibilidad de cursarlos en sesiones vespertinas o en fines de semana. Se dirigen a aquellos a los que ya tienen una plaza en un curso de posgrado en formación inicial para profesores y que están a expensas de completar un curso de mejora de su conocimiento en una materia.

⁽¹⁸³⁾ Véase: <http://kompetence.uni-mb.si/oprojektu.html>

⁽¹⁸⁴⁾ http://www.tda.gov.uk/Recruit/adviceandevents/transition_to_teaching.aspx

⁽¹⁸⁵⁾ <http://www.tda.gov.uk/get-into-teaching/subject-information-enhancement/age-groups/teaching-secondary/boost-subject-knowledge.aspx>

5.3. La formación inicial del profesorado de matemáticas/ciencias: programas para profesores generalistas y especialistas. Resultados de la encuesta SITEP

5.3.1. Introducción y metodología

La formación del profesorado se reconoce como un factor importante para asegurar unos altos niveles de calidad en la enseñanza y unos resultados educativos positivos (véase Menter *et al.*, 2010). No obstante, la actual falta de información comparable sobre el contenido de los programas de formación inicial del profesorado debida al alto nivel de autonomía de las instituciones hace compleja la comparación a nivel europeo en este ámbito. Por esta razón, la unidad Eurydice de la EACEA ha desarrollado una nueva encuesta a nivel europeo sobre los Programas de Formación Inicial del Profesorado de matemáticas y ciencias (*Survey on Initial Teacher Education Programmes in Mathematics and Science - SITEP*).

El objetivo de esta encuesta era recabar información sobre los contenidos de los programas de formación del profesorado más allá de las recomendaciones que hacen las autoridades responsables de la educación superior en cada país. La encuesta también pretende mostrar cómo se enseñan las competencias y destrezas específicas consideradas cruciales para los futuros profesores de matemáticas y ciencias en los actuales programas de formación inicial del profesorado y cómo se integran en el volumen global de trabajo.

La encuesta se llevó a cabo en 815 instituciones de educación superior de toda Europa que ofrecen 2.225 programas de formación inicial para los profesores de educación primaria y/o educación secundaria inferior general. En cada país los programas se analizaron de acuerdo con el marco nacional de cualificaciones y criterios específicos aplicables al nivel y a la duración mínima de la formación inicial del profesorado. Las vías alternativas para ser profesor (cursos cortos de formación para quienes acceden desde otras ocupaciones) se excluyeron del marco, ya que obedecen a diferentes regulaciones y sólo están disponibles en ciertos países.

El desarrollo del marco teórico de la encuesta SITEP comenzó a principios de 2010 y se preparó una lista detallada de las instituciones que ofrecían formación inicial para el profesorado. En septiembre de 2010 se organizó un período de consulta con el objetivo de validar y poner a prueba el borrador del cuestionario en el que participaron las unidades nacionales de Eurydice, investigadores y responsables políticos. Tras este proceso se desarrolló la versión final del cuestionario y se prepararon 22 versiones lingüísticas teniendo en cuenta términos e interpretaciones específicas de cada país. La recogida de datos se llevó a cabo entre marzo y junio de 2011.

La encuesta utilizó una herramienta *online* para la recogida de datos. Se recibieron respuestas de 205 instituciones que ofrecían 286 programas. Debido a que el índice de respuestas y/o el número de respuestas por país ha sido normalmente bajo, los apartados siguientes presentan únicamente resultados de sistemas educativos cuya tasa de respuesta ha sido más alta, a saber, Bélgica (Comunidad flamenca), la República Checa, Dinamarca, Alemania, España, Letonia, Luxemburgo, Hungría, Malta, Austria y el Reino Unido (en total, 203 programas de formación del profesorado). Se pueden consultar las tasas de respuesta por país en el cuadro 3 del anexo.

Debido a las bajas tasas de respuesta, los datos no son totalmente representativos y, por lo tanto, deberían considerarse simplemente a título indicativo. Dada su falta de significación, no se ha considerado pertinente presentar información por países ni sobre errores típicos.

5.3.2. Descripción general de los programas de formación para profesores generalistas y especialistas de matemáticas/ciencias

La encuesta SITEP abordó dos tipos diferentes de formación inicial del profesorado: los programas para profesores generalistas y los programas para profesores especialistas. Un profesor generalista se define

como un profesor que está cualificado para enseñar todas, o casi todas, las materias o áreas temáticas del currículo. Un profesor especialista es un profesor cualificado para enseñar una o dos materias diferentes. La SITEP se dirigía únicamente a los programas de formación del profesorado especialista de matemáticas o ciencias naturales.

El análisis descriptivo de los resultados de la SITEP parece reflejar el patrón común de lo que ya se conocía sobre los programas de formación inicial para profesores generalistas y especialistas (véase el gráfico 5.1). Como se preveía, los programas para profesores generalistas normalmente conceden un título de graduado, mientras que los programas de formación para profesores especialistas de matemáticas/ciencias se organizaban a nivel de máster o equivalente. Como consecuencia, la duración media de los programas de formación para docentes generalistas es superior a los programas para profesores especialistas. No obstante, es importante señalar que el acceso a un programa de máster está supeditado a la obtención de un título de graduado o equivalente. Esto hace que la duración total de la formación para los profesores especialistas sea de entre 4 y 6 años ⁽¹⁸⁶⁾. Los programas de formación para profesores generalistas suelen dar lugar a graduados con cualificación para enseñar en los niveles educativos de primaria o preescolar, en tanto que la mayoría de los programas de formación para el profesorado especialista de matemáticas/ciencias preparan a titulados para la docencia en secundaria inferior y superior. Como era de esperar, la proporción de mujeres graduadas en los programas de formación para profesores generalistas era superior a la de los programas para profesores especialistas de matemáticas/ciencias.

Los programas de formación para el profesorado tanto generalista como especialista se imparten habitualmente desde una única unidad/departamento o bien desde una combinación de unidades/departamentos de una facultad o institución. Éste último modelo es más usual en la formación del profesorado especialista.

◆◆◆ Gráfico 5.1: Información general sobre los programas de formación inicial para profesores de matemáticas y ciencias, 2010/11

	Generalista		Especialista	
	RECUESTO	PORCENTAJE	RECUESTO	PORCENTAJE
Número de programas supervisados	43	-	160	-
Cualificación que se otorga – Título de Graduado o equivalente	38	88.4	43	26.9
Cualificación que se otorga – Título de Máster o equivalente	3	7.0	75	46.9
Duración media del programa (en años)	3.7	-	2.6	-
Cualifica para enseñar en preescolar	17	39.5	6	3.8
Cualifica para enseñar en primaria	33	76.7	30	18.8
Cualifica para enseñar en secundaria inferior	6	14.0	138	86.3
Cualifica para enseñar en secundaria superior	3	7.0	106	66.3
Proporción media de mujeres	-	60.3	-	55.7

Fuente: Eurydice, encuesta SITEP.

Nota explicativa

Puesto que las instituciones pueden otorgar cualificaciones a los profesores para más de un nivel de enseñanza, los porcentajes pueden no llegar a sumar el 100%

Debido a las bajas tasas de respuesta los datos no son representativos y deberían, por lo tanto, considerarse únicamente a título indicativo.



⁽¹⁸⁶⁾Para obtener más información sobre la duración mínima de la formación inicial del profesorado de educación secundaria inferior general, véase EACEA/Eurydice, Eurostat (2009), p. 155.

A pesar de la baja tasa de respuesta, las características generales de los programas de formación del profesorado que han respondido a la encuesta SITEP se corresponden con las características o distinciones habituales entre profesores generalistas y especialistas. Así pues, se llevó a cabo un análisis más profundo de los resultados recogidos.

5.3.3. Conocimiento y competencias en los programas de formación inicial del profesorado para docentes generalistas y especialistas en matemáticas/ciencias

El principal foco de atención de la encuesta SITEP fue el análisis de las competencias específicas o de las áreas de contenido que se tratan en la formación inicial de los profesores de matemáticas/ciencias. Se recogió información adicional sobre la forma en que se abordaban las competencias en los programas formativos. Las categorías de respuesta propuestas diferenciaban entre tres posibilidades: “referencias generales”; competencias/contenidos incluidos como “parte de un curso específico”; y competencias/contenidos “incluidos en la evaluación”. Con objeto de facilitar la comparación directa, cada tipo de respuesta se ponderó de manera distinta. Se dio por hecho que se prestaba una atención mínima a una competencia/área de contenido cuando únicamente se hacía una referencia general a esta en el programa (un punto). Se concedía una atención media (dos puntos) cuando la competencia/contenido se incluía en un curso específico, y se atribuía una importancia máxima cuando la competencia estaba incluida en la evaluación (tres puntos). Si se elegía más de una opción de respuesta, se le asignaba el valor máximo. El gráfico 5.2 presenta un listado de las respuestas en forma de porcentajes por categoría y de total ponderado.

La encuesta pretendía recoger información sobre determinadas competencias y habilidades que, según la literatura científica (véase el apartado 5.1), son cruciales para los futuros profesores de matemáticas o ciencias (véase el listado en el gráfico 5.2). La mayoría de las competencias y áreas de contenido analizadas se agrupaban en categorías más amplias. Solo una competencia, “conocer y ser capaz de impartir el currículo oficial de matemáticas/ciencias”, aparecía por separado. El currículo oficial de matemáticas/ciencias es un documento formal que describe los objetivos y contenidos de los cursos de matemáticas/ciencias, así como los materiales didácticos, de aprendizaje y de evaluación disponibles. El conocimiento del currículo, por lo tanto, puede considerarse como una competencia general y analizarse de forma independiente. Otras competencias, sin embargo, se agruparon en tres categorías más amplias.

En la categoría mayor se incluyeron seis competencias o áreas de contenido relacionadas con la enseñanza innovadora y los enfoques de evaluación. Esta categoría contenía la aplicación del aprendizaje por investigación o por resolución de problemas, el aprendizaje cooperativo, la evaluación del portafolio y el uso de las TIC (comentado anteriormente en los capítulos 3 y 4). Hay dos competencias en esta categoría que requieren una explicación adicional. La enseñanza y el aprendizaje personalizados implican la adopción de un enfoque plenamente estructurado y que responda al aprendizaje de cada niño o joven para que todos los estudiantes sean capaces de progresar, alcanzar los objetivos y participar. Esto implica que se debe fortalecer la conexión entre el aprendizaje y la enseñanza atrayendo a los alumnos –y a sus padres– en calidad de participantes del aprendizaje. Por otro lado, la categoría incluye una competencia relacionada con la comprensión sobre cómo se produce el conocimiento científico. La competencia “explicar los aspectos sociales/culturales de las matemáticas/ciencias” se refiere a una forma de pensar que concibe la producción de conocimiento como una práctica social que depende de las realidades políticas, sociales, históricas y culturales del momento. Aquí se incluye la capacidad de analizar y explicar los valores implícitos en las prácticas y el conocimiento científicos; observar las condiciones sociales y las consecuencias del conocimiento científico y sus cambios; y estudiar la estructura y el proceso de la actividad científica.

En otra categoría diferente se incluyeron cinco competencias resumidas bajo el título “atención a la diversidad”. Aquí se incluyen dos tipos de competencias: las relacionadas con la capacidad de enseñar a alumnos con diferentes habilidades e intereses, y las que promueven la sensibilidad hacia las cuestiones de género. Como

se ha comentado anteriormente (véase el capítulo 3), este tipo de competencia es importante a la hora de hacer frente al bajo rendimiento, de ofrecer retos para los estudiantes de altas capacidades y de motivar tanto a chicas como a chicos.

Por último, bajo la categoría “cooperación con los compañeros e investigación” se reunieron tres competencias que recogen aspectos importantes del trabajo de los profesores tales como la realización y aplicación de investigaciones y la colaboración con los compañeros en el ámbito pedagógico y en enfoques metodológicos innovadores.

Puesto que las respuestas para cada una de las categorías estaban interconectadas y presentaban patrones consistentes ⁽¹⁸⁷⁾, fue posible calcular los totales de la escala. El gráfico 5.2 ofrece un listado de las medias de las escala por elemento para dar cuenta del distinto número de preguntas en cada categoría.

Los programas de formación para el profesorado generalista y los programas de formación del profesorado de matemáticas/ciencias fueron bastante similares en cuanto al modo en el que abordaban competencias y áreas de contenido de matemáticas/ciencias. Como promedio, todas las competencias/áreas de contenido tienen una importancia media, de forma análoga a la categoría “parte de un curso específico” (véase el gráfico 5.2).

◆◆◆ Gráfico 5.2: Tratamiento del conocimiento y las competencias en los programas de formación del profesorado para profesores generalistas y especialistas de matemáticas y ciencias, porcentajes y total ponderado, 2010/11

	Referencia general %	Parte de un curso específico %	Incluido en la evaluación %	No incluido %	Total
Profesores generalistas					
Conocer y ser capaz de impartir el currículo oficial de matemáticas/ciencias	46.5	83.7	76.7	0.0	2.7
Crear un espectro amplio de situaciones de enseñanza					2.1
Aplicar el aprendizaje basado en la investigación o por resolución de problemas	51.2	72.1	65.1	2.3	2.4
Aplicar el aprendizaje cooperativo o por proyectos	48.8	62.8	62.8	4.7	2.3
Utilizar las TIC para enseñar los fenómenos de matemáticas/ciencias a través de simulaciones	34.9	76.7	55.8	7.0	2.3
Explicar los aspectos sociales/culturales de las matemáticas/ciencias	44.2	69.8	46.5	2.3	2.2
Aplicar técnicas de aprendizaje personalizado	51.2	44.2	32.6	11.6	1.8
Aplicar la evaluación del alumno basada en portafolios	37.2	41.9	25.6	32.6	1.4
Atención a la diversidad					1.6
Enseñar a una variedad de alumnos con diferentes capacidades y motivación para el estudio de las matemáticas/ciencias	44.2	58.1	39.5	11.6	2.0
Utilizar herramientas de diagnóstico para la detección temprana de las dificultades de aprendizaje de los alumnos en matemáticas/ciencias	39.5	58.1	37.2	23.3	1.8
Analizar las creencias y actitudes de los alumnos hacia las matemáticas/ciencias	46.5	58.1	23.3	14.0	1.7
Evitar los estereotipos de género en la interacción con los alumnos	55.8	34.9	23.3	20.9	1.4
Enseñar matemáticas/ciencias teniendo en cuenta los intereses diferentes de los chicos y las chicas	32.6	37.2	25.6	32.6	1.3
Cooperación con los compañeros e investigación					1.9
Aplicar las conclusiones de la investigación a la práctica docente diaria	62.8	62.8	34.9	7.0	2.0

⁽¹⁸⁷⁾ Los coeficientes alfa de Cronbach indicaron una consistencia interna de las escalas suficiente. “Crear un espectro amplio de situaciones de enseñanza y evaluación” obtuvo un alfa de Cronbach de 0.68, “abordar la diversidad” obtuvo un alfa de Cronbach de 0.75 y “la cooperación entre compañeros y la investigación” obtuvo un alfa de Cronbach de 0.67. El alfa de Cronbach es el índice de fiabilidad o de consistencia interna de una escala más comúnmente usado, y está basado en la media proporcional de todas las correlaciones entre los elementos de un instrumento de encuesta -para obtener más información, consúltese Cronbach (1951), Streiner (2003).

◆◆◆ Gráfico 5.2: Tratamiento del conocimiento y las competencias en los programas de formación del profesorado para profesores generalistas y especialistas de matemáticas y ciencias, porcentajes y total ponderado, 2010/11 (continuación)

	Referencia general %	Parte de un curso específico %	Incluido en la evaluación %	No incluido %	Total
Profesores generalistas					
Cooperar con los compañeros en los enfoques pedagógicos y en la metodología innovadora	53.5	53.5	34.9	18.6	1.8
Realizar investigación pedagógica	27.2	58.1	37.2	20.9	1.8
Todas las competencias					1.9
Profesores especialistas					
Conocer y ser capaz de impartir el currículo oficial de matemáticas/ciencias	21.9	83.1	61.3	2.5	2.5
Crear un espectro amplio de situaciones de enseñanza					2.1
Aplicar el aprendizaje cooperativo o basado en proyectos	24.4	76.3	49.4	1.9	2.4
Aplicar el aprendizaje baso en la investigación o por resolución de problemas	25.0	78.8	46.3	4.4	2.3
Utilizar las TIC para la enseñanza de los fenómenos de las matemáticas/ciencias a través de simulaciones	21.3	76.9	44.4	6.9	2.2
Explicar los aspectos sociales/culturales de las matemáticas/ciencias	31.3	70.6	29.4	6.9	2.0
Aplicar técnicas de aprendizaje personalizado	35.0	63.8	36.9	8.8	2.0
Aplicar la evaluación del alumno basada en portafolios	30.6	47.5	22.5	24.4	1.5
Atención a la diversidad					1.8
Enseñar a una variedad de alumnos con diferentes capacidades y motivación para el estudio de las matemáticas/ciencias	26.9	73.1	46.9	4.4	2.3
Utilizar herramientas de diagnóstico para la detección temprana de las dificultades de aprendizaje de los alumnos en matemáticas/ciencias	27.5	61.9	31.3	15.0	1.8
Evitar los estereotipos de género en la interacción con los alumnos	42.5	52.5	20.6	10.0	1.7
Enseñar matemáticas/ciencias teniendo en cuenta los intereses diferentes de los chicos y las chicas	36.9	50.0	25.0	18.1	1.6
Analizar las creencias y las actitudes de los alumnos hacia las matemáticas/ciencias	35.0	48.8	18.1	15.0	1.6
Cooperación con los compañeros e investigación					2.0
Aplicar las conclusiones de la investigación a la práctica docente diaria	36.3	65.0	40.6	4.4	2.1
Cooperar con los compañeros en los enfoques pedagógicos y en la metodología innovadora	33.1	66.9	33.8	5.0	2.0
Realizar investigación pedagógica	28.8	56.3	39.4	18.1	1.9
Todas las competencias					2.0

Fuente: Eurydice, encuesta SITEP.

Nota explicativa

Las columnas "Referencia general", "Parte de un curso específico", "Incluido en la evaluación", "No incluido" muestran el porcentaje de todos los programas que incluyen estos elementos. Puesto que se podía elegir más de una opción de respuesta, la suma de los porcentajes puede exceder el 100%. La columna "Total" muestra la puntuación media de la puntuación más alta asignada a una competencia/área de contenido, donde los valores son "Referencia general" = 1; "Parte de un curso específico" = 2; "Incluido en la evaluación" = 3; "No incluido" = 0. El total de la escala muestra el promedio para cada elemento de la escala.

Debido a la baja tasa de respuesta, los datos no son representativos y, por lo tanto, deberían considerarse únicamente a título indicativo.



Conocer y ser capaz de impartir el currículo oficial de matemáticas/ciencias

La competencia global "conocer y ser capaz de impartir el currículo oficial de matemáticas/ciencias" fue la competencia más importante señalada en los programas de formación de profesores tanto generalistas como especialistas. El conocimiento del currículo se evalúa en el 76'6% de los programas de formación en el caso de los profesores generalistas, y en el 61'3% de los programas para profesores de matemáticas/ciencias. Por otro lado, la totalidad de los programas de formación para profesores generalistas contemplan el conocimiento del currículo de matemáticas/ciencias al menos como referencia general.

Crear un espectro amplio de situaciones de enseñanza

La escala “crear un espectro amplio de situaciones de enseñanza” suele abordarse en los programas ofrecidos por las instituciones que contestaron a la encuesta SITEP. Este tipo de competencia era mayoritariamente “parte de un curso específico” (la escala media tanto para profesores generalistas como especialistas fue 2.1 puntos).

El trabajo cooperativo, o hacer que los alumnos trabajen conjuntamente en pequeños grupos en una o más fases de una tarea, es un aspecto importante de motivación en el aprendizaje (véase el capítulo 3). Según la investigación, el trabajo por proyectos sin solución conocida o sin una solución previamente aprendida debería convertirse en una actividad educativa esencial en las ciencias y las matemáticas, que incluyera la realización de experimentos y la construcción de modelos (véase el capítulo 3). Las respuestas a la encuesta SITEP mostraron que estas formas innovadoras de aprendizaje a menudo se abordaban en la formación de los futuros profesores. “Aplicar el aprendizaje cooperativo o basado en proyectos” se incluyó en la evaluación del 62’8% de programas para profesores generalistas y en el 49’4% de los programas de formación de profesores de matemáticas/ciencias. Esta competencia fue “parte de un curso específico” en el 62’8% de los programas para profesores generalistas y en el 76’3% de los programas de formación para profesores especialistas.

El aprendizaje basado en la investigación o en la resolución de problemas se recomienda de forma notable en la actualidad para la enseñanza de las ciencias y las matemáticas, en tanto que se considera una forma de incrementar la motivación y la consecución de los objetivos. Estas formas de aprendizaje centrado en el alumno y autodirigido a menudo se abordaron como “parte de un curso específico”. “Aplicar el conocimiento basado en la investigación, por resolución de problemas” fue “parte de un curso específico” en el 72’1% de los programas para generalistas y en el 78’8% de los programas para profesores especialistas.

“Utilizar las TIC para enseñar fenómenos de matemáticas/ciencias a través de simulaciones” también se aborda con asiduidad en la formación para profesores generalistas y especialistas. La simulación se entiende como un programa de ordenador que intenta simular un modelo abstracto de un sistema determinado. El empleo de las TIC para la enseñanza a través de simulaciones fue incluido en “parte de un curso específico” en más del 70% de los programas de formación para profesores generalistas y especialistas.

La competencia “aplicar a los alumnos la evaluación basada en portafolios” destacó dentro de la categoría “crear un espectro amplio de situaciones de enseñanza”, por sus valores inferiores a los de otros elementos. La evaluación mediante portafolios no se abordó en absoluto en aproximadamente una tercera parte de los programas de formación para profesores generalistas ni en cerca de la cuarta parte de los programas de formación de profesores de matemáticas/ciencias. Sin embargo, sí que se evaluó a los futuros profesores mediante el empleo de la evaluación con portafolios (véase el debate que aparece a continuación, gráfico 5.5), lo que podría prepararles para utilizar este tipo de evaluación en su docencia. Los resultados podrían indicar que las formas innovadoras de evaluación se practican, pero no se debaten explícitamente durante la formación docente.

Cooperación con compañeros e investigación

Otras dos categorías de competencias recibieron de alguna manera menor atención en los programas de formación del profesorado que respondieron a la encuesta SITEP. La categoría “cooperación con compañeros e investigación” tuvo una importancia media en los programas para profesores especialistas y generalistas. “Cooperar con los compañeros sobre los enfoques pedagógicos y la metodología didáctica innovadora” y “realizar investigación pedagógica” fueron competencias que no se abordaron en

aproximadamente una quinta parte de los programas para profesores generalistas. La cooperación con compañeros se incluyó como parte de un curso específico en dos terceras partes de los programas para profesores de matemáticas y ciencias, mientras que la realización de investigación pedagógica no se abordó en una quinta parte de los programas.

Atención a la diversidad

Es importante atender tanto a las necesidades de una variedad de estudiantes como a los distintos intereses de chicos y chicas para motivar a los estudiantes en su aprendizaje (véase más al respecto en el capítulo 3). Sin embargo, “la atención a la diversidad” fue la competencia menos abordada tanto en los programas de formación para profesores generalistas como especialistas, según las respuestas recibidas. En particular, las competencias relacionadas con la atención a la diversidad y al género se abordaban con menos frecuencia en los programas de formación de profesores generalistas, en comparación con los de especialistas. Tales conclusiones podrían provocar una reflexión sobre las políticas nacionales actuales sobre el género en la educación, ya que únicamente en una tercera parte de los países europeos se promueve una enseñanza sensible a las diferencias de género (EACEA/Eurydice 2010, pp. 57-59).

5.3.4. Patrones en el tratamiento de las competencias/contenidos en los programas de formación del profesorado

Después de examinar la importancia general que se atribuye a las competencias específicas en las instituciones de formación del profesorado que contestaron a la encuesta, se analizó si existían patrones significativos en la forma en la que los programas abordaban estas competencias. Así pues, este apartado examina si algún programa otorgó de forma sistemática mayor prioridad a algunas categorías de competencias que a otras, o si hubo grupos de programas de formación de profesores con una forma específica de tratar las competencias.

Para cumplir este propósito, los programas de formación de profesores evaluados se clasificaron según el promedio en las escalas para las distintas categorías de competencias: “crear un espectro amplio de situaciones de enseñanza”, “atención a la diversidad” y “cooperación con compañeros e investigación”; y la competencia específica “conocer y ser capaz de impartir el currículo oficial de matemáticas/ciencias”. Las respuestas pusieron de manifiesto la existencia de cuatro grupos diferentes, o conglomerados, en las que los programas dentro de un mismo grupo abordaban las competencias de manera similar (véase el gráfico 5.3) ⁽¹⁸⁸⁾.

Dos de los cuatro grupos de programas de formación de profesores se situaron en extremos opuestos. En un extremo de la escala, un grupo obtuvo los valores más altos en todas las competencias analizadas y prácticamente todos los programas de este grupo evaluaron a los futuros profesores en su conocimiento del currículo. Las otras competencias analizadas también fueron evaluadas en este grupo y relativamente pocas competencias se situaron en los grupos de respuestas de valor más bajo. Cerca de una quinta parte de los programas que respondieron a la encuesta pertenecían a este grupo.

⁽¹⁸⁸⁾ Se realizó un análisis de conglomerados independiente a partir de las escalas de competencias/contenidos analizadas. El modelo de 4 grupos explicó el 63 % de la varianza total. El modelo de 5 grupos explicó sólo un 3.8 % adicional de la varianza, mientras que el modelo de 3 grupos disminuyó la varianza explicada en un 13%.

◆◆◆ Gráfico 5.3: Medias de las escalas de competencias/contenidos y distribución por conglomerados de los programas de formación del profesorado, 2010/11

	Grupos			
	Valores altos	Altos/Medios exceptuando la diversidad	Medios	Valores bajos
Conocer y ser capaz de impartir el currículo oficial de matemáticas/ciencias	3.0	2.8	2.4	2.0
Crear un espectro amplio de situaciones de enseñanza	2.7	2.3	1.7	1.4
Atención a la diversidad	2.6	1.4	2.0	1.0
Cooperación con los compañeros e investigación	2.7	2.0	1.8	1.3
Programas de formación para todos los profesores	22.7 %	33.0 %	26.1 %	18.2 %
Programas de formación para los profesores generalistas	25.6 %	34.9 %	14.0 %	25.6 %
Programas de formación para los profesores especialistas	21.9 %	32.5 %	29.4 %	16.3 %

Fuente: Eurydice, encuesta SITEP.

Nota explicativa

Dadas las bajas tasas de respuesta, los datos no son representativos y, por lo tanto, deberían considerarse únicamente a título indicativo.



El grupo situado en el otro extremo de la escala obtuvo los valores más bajos en todas las competencias analizadas. De media, el conocimiento del currículo en los programas pertenecientes a este grupo se incluyó como “parte de un curso específico”. Algunos de los programas en este grupo incluían el conocimiento del currículo en la evaluación de sus futuros profesores, pero unos pocos no mencionaron esta competencia en absoluto o simplemente hicieron una referencia general a la misma. En este grupo se incluyeron los programas de formación del profesorado que, o bien no se referían para nada a algunas de las competencias analizadas, o bien hacían únicamente una simple referencia a la mayoría de ellas. Más de la mitad de los programas de este grupo no incluyeron ninguna de las competencias en cuestión dentro de su proceso de evaluación. Además, la atención a las cuestiones sobre la diversidad a menudo o no se mencionaba, o se mencionaba sólo como una referencia general en estos programas. Únicamente el 18’2% de los programas que contestaron a la encuesta pertenecían a este grupo de bajos valores en todas las dimensiones.

Obviamente, los otros dos grupos se situaron en un punto intermedio entre estos dos extremos. El segundo grupo obtuvo los segundos valores más altos en todas las áreas de competencia excepto en las cuestiones sobre la diversidad, y se etiquetó como “altos/medios exceptuando la diversidad”. Aquí se incluía alrededor de la tercera parte de los programas analizados. El tercer grupo, donde estaba el 26’1% de los programas analizados, obtuvo los segundos valores más altos en la escala “atención a la diversidad”, y los valores más altos en tercer lugar en todas las demás escalas. Se le dio el nombre de “medios”.

Resulta interesante ver que solo existían pequeñas diferencias entre los programas de formación para profesores generalistas y especialistas. Había porcentajes muy similares de los programas para profesores generalistas y especialistas en el grupo con valores altos en todas las dimensiones, así como en el grupo con valores altos/medios en todas las dimensiones exceptuando la diversidad. En el tercer grupo (con valores altos para las cuestiones de la diversidad) había en proporción más programas para profesores especialistas que programas para profesores generalistas; por su parte, en el cuarto grupo (con los valores más bajos para todas las competencias) había más programas para profesores generalistas.

Estos resultados apuntan a lo que parece ser la tendencia a tratar la mayoría de las competencias de forma similar a lo largo de un determinado programa. Por ejemplo, si una categoría está incluida en el proceso de evaluación, es probable que el resto también lo estén. Si la categoría de una competencia

destacada se menciona simplemente como una referencia general, es probable que las otras no reciban una atención mayor. Hay, sin embargo, algunas excepciones. El conocimiento del currículo se desvía de esta tendencia, ya que la referencia al currículo se hace en prácticamente en todos los programas y la mayoría de ellos también lo incluyen en la evaluación de los futuros profesores. Por otro lado, aproximadamente una tercera parte de los programas de formación para profesores analizados hacen gran hincapié en todas las dimensiones excepto en las cuestiones relativas a la diversidad. En general, tratar con diferentes niveles de capacidad y considerar las cuestiones de género parecen ser competencias que no se abordan adecuadamente en gran parte de los programas de formación de profesores.

La encuesta SITEP también incluyó algunas cuestiones específicas sobre otros aspectos importantes de los programas de formación del profesorado. Las colaboraciones con participantes externos y la evaluación dentro de los programas de formación del profesorado son temas que se comentan brevemente en las siguientes secciones

5.3.5. Colaboraciones entre instituciones de formación para el profesorado y participantes externos

Las instituciones que ofrecen programas de formación para el profesorado generalista y especialista que respondieron a la encuesta aportaron respuestas muy similares en lo que concierne a la colaboración con participantes externos (véase el gráfico 5.4). Los principales socios de las instituciones de formación del profesorado fueron los centros escolares de primaria y secundaria. Hubo una colaboración entre la mayoría de los programas de formación del profesorado generalista y especialista y los centros en lo que respecta a la implementación del programa. Naturalmente, los programas de formación del profesorado colaboran con los centros educativos en la organización de las prácticas de los futuros profesores en el centro. Asimismo, los centros eran también los principales socios en el desarrollo de los contenidos del programa y de la investigación.

◆◆◆ Gráfico 5.4: Implicación de las instituciones de formación del profesorado en colaboraciones, para profesores generalistas y especialistas (matemáticas/ciencias) 2010/11

	Contenidos del programa		Implementación del programa		Investigación	
	Generalista	Especialista	Generalista	Especialista	Generalista	Especialista
Centros de primaria o secundaria	53.5	46.3	76.7	85.0	23.3	22.5
Organizaciones gubernamentales nacionales o locales	44.2	40.6	46.5	50.0	9.3	11.3
Empresas	2.3	2.5	9.3	6.9	7.0	5.6
Organizaciones sociales civiles	7.0	10.0	18.6	20.0	14.0	13.8

Fuente: Eurydice, encuesta SITEP.

Nota explicativa

Dadas las bajas tasas de respuesta, los datos no son representativos y, por lo tanto, deberían considerarse únicamente a título indicativo.



Las respuestas de cerca de la mitad de los programas de formación del profesorado indicaron que existía una colaboración con organizaciones gubernamentales nacionales o locales en lo que concierne a la implementación del programa. Un número ligeramente menor de programas había establecido actividades o proyectos de colaboración con organizaciones gubernamentales en lo que se refería a los contenidos del mismo. Muy pocos establecieron colaboraciones con las organizaciones sociales civiles y las empresas.

Puesto que muchos países informaron de numerosas iniciativas en las que participaban empresas privadas y centros educativos (véase el capítulo 2), resultó un tanto inesperada una colaboración tan escasa de los programas de formación del profesorado con el sector privado.

Curiosamente, las instituciones de formación del profesorado colaboraron con participantes externos en temas de investigación menos que en ninguna otra área. Únicamente el 20% de los programas de formación del profesorado informó que habían utilizado las colaboraciones con centros educativos para llevar a cabo investigaciones. Por lo tanto, hay oportunidades de colaboración con participantes externos en el ámbito de la investigación y en el desarrollo de enfoques metodológicos innovadores para formar a los futuros profesores.

5.3.6. La evaluación de los profesores generalistas y especialistas

La evaluación es una parte importante del proceso de enseñanza y aprendizaje que puede tomar diversas formas y cumplir distintos propósitos (véase el capítulo 4). En consecuencia, la cuestión de la evaluación en los programas de formación del profesorado abordó tanto el conocimiento de los contenidos como las competencias docentes (véase el gráfico 5.5). La forma más común de evaluar el conocimiento de los contenidos tanto en los programas de formación para los profesores generalistas como para los especialistas fue el empleo de exámenes escritos y orales; la observación de la práctica en el aula se utilizó más habitualmente para evaluar las competencias docentes.

La evaluación mediante portafolios fue la forma de evaluación menos utilizada respecto al conocimiento de los contenidos, pero fue utilizada en un 58'1% de los programas de formación de profesores generalistas y en un 66'9% de los de especialistas. Este es un resultado bastante alentador, ya que la evaluación mediante portafolios es una forma de evaluar no tradicional (o innovadora) que, según Collins (1992, p. 453), es un “conjunto de datos recogidos con una finalidad concreta” que ayuda a incrementar la responsabilidad de los estudiantes sobre su propio aprendizaje.

◆◆◆ Gráfico 5.5: La evaluación de los profesores generalistas y especialistas en los programas de formación de profesores de matemáticas y ciencias, 2010/11

	Conocimiento de los contenidos		Competencias docentes	
	Generalista	Especialista	Generalista	Especialista
Exámenes escritos y orales	95.3	86.9	69.8	55.0
Evaluación mediante portafolios	39.5	44.4	58.1	66.9
Observación de la práctica docente	48.8	47.5	83.7	91.9
Elaboración de artículos de investigación	51.2	56.9	44.2	49.4
Tesis	44.2	61.9	25.6	51.9
Otros	62.8	46.3	51.2	46.9

Fuente: Eurydice, encuesta SITEP.

Nota explicativa

Dado que se podía seleccionar más de una categoría de respuesta, los porcentajes pueden no sumar 100.

Dadas las bajas tasas de respuesta, los datos no son representativos y, por lo tanto, deberían considerarse únicamente a título indicativo .



Son, no obstante, varias las diferencias encontradas entre los programas de formación de profesores generalistas y especialistas. Aunque en ambos tipos de programa se suele utilizar la elaboración de artículos de investigación, la elaboración de una tesis fue una forma de evaluación mucho más común en los programas de formación de profesores especialistas que en los programas para generalistas. Para evaluar el

conocimiento de los contenidos, la tesis se usó en un 44'2% de los programas de profesores generalistas analizados y en un 61'9% de los programas de formación de profesores especialistas en matemáticas/ciencias.

El propósito de este apartado del estudio ha sido ofrecer indicios sobre cómo se forman hoy en día los futuros profesores en cierto número de sistemas educativos de los países europeos. Se debe tener en cuenta, no obstante, que este análisis de los contenidos y las competencias impartidas y las formas de evaluación utilizadas en los programas de formación de profesores tanto generalistas como especialistas únicamente ofrece una orientación sobre los conocimientos y las competencias que se espera que tengan los profesores europeos. Sus conocimientos reales y la habilidad práctica para enseñar en el aula no se pueden inferir directamente del contenido de los programas de formación del profesorado.

Resumen

La investigación sobre los conocimientos y las competencias que necesitan los profesores de ciencias, así como sobre las cuestiones relativas a la formación de los profesores, ha sido abundante en los últimos seis años.

El conocimiento y la comprensión de un proceso científico fundamental como es la formulación de modelos se ha conformado como un ámbito clave de de estudio. Se constata que este proceso modificaba positivamente la comprensión que los profesores tienen de la naturaleza de la ciencia, condición fundamental para que sean capaces de transmitir sus características esenciales a los alumnos. La naturaleza de la ciencia también puede mejorarse mediante estrategias metacognitivas.

Se constata también que el “Conocimiento Profesional del Contenido” (*Professional Content Knowledge – PCK*) de los futuros profesores mejora gracias a una combinación de asimilación de contenidos específicos de aprendizaje y de oportunidades para debatir las formas de impartir esos contenidos.

En algunos estudios, la enseñanza de destrezas prácticas en el laboratorio de ciencias del centro educativo era escasa debido a una falta de preparación para la planificación, administración y gestión del laboratorio. Las conclusiones apuntaban hacia la necesidad de mejorar los métodos de evaluación de las competencias de los estudiantes en situaciones de laboratorio.

Por el contrario, hay muchos estudios sobre enseñanza y aprendizaje basados en la investigación en los que se valora si la enseñanza debería evolucionar hacia un modelo más orientado hacia la investigación y cómo abordar este proceso. Deben aún explorarse las complejidades que conlleva el cambio que los profesores han de hacer desde los métodos estándares que ellos mismos han experimentado como estudiantes o que están usando en la actualidad hacia un nuevo enfoque basado en la investigación. Fueron varios los programas y estrategias que ofrecieron ejemplos sobre los que desarrollar estas habilidades.

La investigación reciente ha generado cierto número de cuestiones en relación tanto con la formación inicial del profesorado como con la permanente. La cuestión de cómo se aborda el conflicto cognitivo que profesores y estudiantes experimentan cuando sus explicaciones personales del mundo científico no se corresponden con lo que los científicos propugnan ha recibido mucha atención. Se han hecho progresos en el aprendizaje sobre cómo exponer y modificar tales concepciones previas.

Varios estudios han puesto de manifiesto la necesidad de alinear necesidades del profesorado y objetivos de los programas de formación. La evidencia confirma las suposiciones intuitivas en cuanto a que es difícil conseguir algún cambio si la formación permanente no aborda las demandas de los docentes a nivel de centro ni sus necesidades personales. Los programas de formación permanente de duración suficiente en los que se refuerzan los mensajes claves no son habituales, incluso aunque este tipo de programas tienen efectos más profundos en los profesores.

Las creencias personales sobre la propia capacidad, o autoeficacia, han recibido una atención considerable, en tanto que herramienta para mejorar activamente la ejecución docente y evaluar su crecimiento y desarrollo. Se ha prestado también una atención especial a la reducción de la duración de los talleres puntuales de formación permanente, ya que se ha demostrado que raramente tienen un impacto importante, en comparación con programas significativamente más largos.

Entre otras estrategias para la mejora de la efectividad de la formación permanente del profesorado que han recibido el respaldo de la investigación reciente se encuentra la colegialidad en los centros educativos, donde se utilizan herramientas como la observación de las clases (*lesson study*), o la enseñanza conjunta (*co-teaching*) para permitir que los profesionales mejoren su docencia de manera constructiva. La mentorización en los centros educativos (centrada sobre los problemas y cuestiones de actualidad) y la investigación-acción han demostrado tener resultados positivos.

Los países que cuentan con un marco estratégico para la promoción de la enseñanza de las ciencias normalmente incluyen entre los objetivos de este marco la mejora de la formación de los profesores de ciencias. Las colaboraciones a nivel de centro educativo, los centros de ciencias e instituciones análogas contribuyen todos al aprendizaje informal de los profesores y pueden ofrecerles una orientación valiosa. En varios países los centros de ciencias ofrecen actividades específicas de formación permanente para los profesores.

Casi todos los países informan de que sus autoridades educativas incluyen actividades de formación permanente específicas para los profesores de ciencias en sus programas oficiales de formación para los profesores en activo, y esto está, en algunos casos, vinculado a las recientes reformas curriculares. No son muy frecuentes, sin embargo, las iniciativas nacionales específicas para la formación inicial de los profesores de ciencias.

La formación inicial de los profesores es parte esencial del aprendizaje de la docencia y pone las bases de las competencias necesarias para la docencia. Dada la gran autonomía de que gozan las instituciones encargadas de los programas de formación inicial del profesorado, la agencia EACEA llevó a cabo una encuesta piloto sobre los Programas de Formación Inicial del Profesorado de matemáticas y ciencias (SITEP, por sus siglas en inglés).

A pesar de los bajos índices de respuesta, las características generales de los programas de formación del profesorado analizadas en la encuesta SITEP se corresponden con las características o distinciones habituales entre profesores generalistas y especialistas. Las indicaciones obtenidas por los resultados agregados de 203 programas confirmaron en mayor o menor grado los patrones establecidos en investigaciones anteriores.

La competencia más importante que se abordó en la formación del profesorado es el conocimiento y la habilidad para impartir el currículo oficial de matemáticas/ciencias. Este está incluido con mucha frecuencia en la evaluación de futuros profesores. La creación de un espectro amplio de situaciones de enseñanza, o la aplicación de distintas técnicas didácticas suele formar parte de un curso específico tanto en los programas de formación del profesorado generalista como especialista. La aplicación del aprendizaje colaborativo o basado en proyectos y el aprendizaje basado en la investigación o por resolución de problemas se abordan a menudo en ambos tipos de programas de formación del profesorado.

Las competencias relacionadas con la atención a la diversidad, es decir, enseñar a una variedad de estudiantes, tener en cuenta los distintos intereses de chicos y chicas, y evitar estereotipos de género en la interacción con los estudiantes, suelen tenerse menos en cuenta en los programas de formación para profesores generalistas que en los programas para profesores de matemáticas/ciencias. Generalmente estas competencias son las que menos atención reciben en ambos tipos de programas, pese a la importancia de las cuestiones sobre diversidad para la mejora de la motivación y para hacer frente al bajo rendimiento.

En lo que se refiere a las colaboraciones entre las instituciones de formación de los profesores y otros participantes, el ámbito más habitual de colaboración es la implementación del programa, mientras que la investigación es el ámbito con menor número de participantes. Los centros educativos de primaria y secundaria son los principales socios de las instituciones de formación del profesorado. Son muchas las instituciones que colaboran también con organizaciones gubernamentales nacionales o locales, mientras que se dan muy pocas colaboraciones con empresas u organizaciones de la sociedad civil. Esto resulta bastante sorprendente si se tiene en cuenta la gran cantidad de proyectos de colaboración e iniciativas que existen entre centros educativos y empresas, especialmente en el ámbito de la enseñanza de las ciencias (véase el capítulo 2).

Las formas tradicionales de evaluación tales como exámenes orales o escritos y la observación de la práctica docente son los métodos más habitualmente utilizados en los programas de formación del profesorado que respondieron a la encuesta. Aunque la evaluación mediante portafolios es la forma menos frecuente de evaluar el conocimiento de contenidos, en más de la mitad de los programas se utiliza para evaluar las competencias docentes. Sin embargo, la aplicación a los alumnos de la evaluación por portafolios no suele formar parte de los programas de formación del profesorado analizados.

Resulta interesante apuntar que hay más similitudes que diferencias en las competencias que abordan los programas de formación para profesorado generalistas y para especialistas. En términos generales, los programas de formación, ya sean para generalistas o para especialistas, suelen abordar las competencias de forma similar. Si una de las competencias es evaluada, la mayoría de las otras también lo es; si una de las competencias se incluye como parte de un curso específico, la mayoría de las otras competencias se incluyen del mismo modo. De forma similar, si un programa hace una referencia general a las habilidades básicas para impartir matemáticas/ciencias, también se hacen únicamente referencias generales en otras áreas de contenido.

CONCLUSIONES

Este estudio ha examinado las características organizativas de la enseñanza de las ciencias en Europa y ha realizado un análisis de las políticas y las estrategias que están en marcha para mejorar la enseñanza y promover el aprendizaje de las ciencias en los centros educativos. Se ha puesto especial interés en los apoyos con que cuenta el profesorado para ayudarles a cambiar la actitud hacia las ciencias de los estudiantes e incrementar su interés por esta materia clave. El estudio también incorpora revisiones de la literatura de investigación reciente sobre la enseñanza de las ciencias, las principales conclusiones de los estudios internacionales (PISA y TIMSS), así como los resultados de una encuesta piloto de Eurydice sobre los programas de formación inicial del profesorado.

A. Los países ponen en marcha muchas iniciativas independientes para la promoción de la enseñanza de las ciencias pero son escasas las estrategias de carácter global

Únicamente unos pocos países europeos cuentan con marcos estratégicos para la promoción de la enseñanza de las ciencias. En estos países los objetivos establecidos hacen referencia bien a objetivos educativos amplios o a la sociedad en general, o bien se centran claramente en los centros educativos. Las áreas que suelen considerarse importantes y susceptibles de mejora educativa en el nivel de la educación escolar son el currículo, los enfoques pedagógicos y la formación del profesorado. Aunque el grado de atención que reciben es dispar, en la mayoría de los casos estas estrategias implican a multitud de participantes.

En muchos países existen colaboraciones a nivel de centro en materia de ciencias que o bien se engloban en una estrategia más amplia, o se trata de iniciativas independientes; en cualquier caso, su organización difiere de un país europeo a otro. Los participantes varían y van desde agencias gubernamentales e instituciones de educación superior hasta asociaciones de ciencias y empresas privadas. Aunque algunas colaboraciones se centran en un tema específico, la gran mayoría abarca varios aspectos de la educación de las ciencias. No obstante, son muy escasas las colaboraciones que se centran en incrementar el interés de las chicas hacia las ciencias. Todas las colaboraciones sobre las que se ha recogido información comparten uno o más de los siguientes objetivos:

- promover la cultura, el conocimiento y la investigación científica familiarizando a alumnos y estudiantes con los procedimientos científicos;
- capacitar a los estudiantes para una mejor comprensión sobre cómo se utiliza la ciencia, especialmente a través del contacto con la ciencia aplicada en las empresas;
- potenciar la enseñanza de las ciencias mejorando y apoyando la implementación del currículo de ciencias; brindando a los profesores oportunidades para una formación permanente centrada en el trabajo práctico y en el aprendizaje basado en la investigación; y reforzando las actividades de ciencias para estudiantes;
- incrementar la captación de estudiantes de profesiones de matemáticas, ciencias y tecnología (MCT) animando a los alumnos de altas capacidades y motivando a más estudiantes para que elijan carreras de MCT, convirtiendo a las ciencias en algo más relevante para el mundo laboral.

Los centros de ciencias e instituciones análogas también contribuyen a la promoción de la enseñanza de las ciencias en Europa. Dos terceras partes de los países informan que tienen instituciones de esta naturaleza a nivel nacional y que ofrecen a los estudiantes actividades que van más allá de las típicas que se realizan en los centros ordinarios. Estos centros científicos también ofertan planes de formación para profesores.

La mayoría de los países que cuentan con una estrategia de promoción de las ciencias en curso hacen de la orientación profesional en ciencias un elemento esencial. Sin embargo, fuera de este grupo de países, las

medidas específicas de orientación profesional para animar a futuros científicos resultan escasas, aunque muchos países cuentan con programas y proyectos que contemplan como objetivo la orientación sobre las ciencias, por muy limitado que éstos sean. Debe comentarse que muy pocos países ofrecen iniciativas dirigidas al fomento de la elección de carreras científicas por parte de las chicas.

De manera similar, son pocos los países que han implementado programas y proyectos específicos para apoyar a los estudiantes con altas capacidades. A estos estudiantes se les suele ofrecer actividades complementarias para el aprendizaje de ciencias desarrolladas fuera del horario lectivo normal y más ajustadas a sus necesidades.

Parece haber una amplia gama de actividades de promoción de la enseñanza de las ciencias en un gran número de países, pero el impacto de estas actividades tan diversas es a menudo difícil de medir. Las evaluaciones de las estrategias de promoción de las ciencias desarrolladas anteriormente pusieron de manifiesto que la importancia de un enfoque coordinado es importante para que tengan éxito. No obstante, se ha demostrado que los enfoques “de abajo a arriba” en la promoción de las ciencias también pueden tener unos resultados muy positivos para estudiantes y profesores.

Otros criterios de éxito importantes incluyen:

- establecer acuerdos de ejecución con las instituciones participantes;
- definir objetivos medibles y asegurar unas responsabilidades de ejecución claras;
- informar sobre los resultados y difundir la buena práctica;
- garantizar el seguimiento.

B. De un enfoque integrado en los niveles inferiores a una enseñanza de las ciencias por materias diferenciadas en las últimas etapas de la escolarización

En todos los países europeos la enseñanza de las ciencias se inicia con una materia general integrada y así continúa a lo largo de casi todo el período de la educación primaria. En muchos países se continúa con el mismo enfoque durante uno o dos años de la educación secundaria inferior.

Al término de la educación secundaria inferior la enseñanza de las ciencias normalmente se ha separado en las materias de biología, química y física. No obstante, los documentos oficiales de los países evidencian que muchos de ellos continúan dando importancia a las relaciones entre las diferentes materias, y se suele animar a los profesores para que utilicen enfoques transversales siempre que sea posible.

En el nivel de secundaria superior general (CINE 3), la gran mayoría de los países europeos adoptan un enfoque de “materias diferenciadas” y organizan la enseñanza de las ciencias de diferente manera en función de las modalidades o itinerarios elegidos por los estudiantes. En consecuencia, no todos los alumnos estudian ciencias con el mismo nivel de dificultad y/o a lo largo de todos los cursos de CINE 3. No obstante, en la mayoría de los países las materias de ciencias son obligatorias para todos los estudiantes al menos durante un curso de CINE 3.

C. Atención creciente a la enseñanza contextualizada y a las actividades prácticas en los currículos de ciencias

Con objeto de incrementar la motivación y el interés por las ciencias es fundamental que el currículo enfatice las conexiones con las experiencias personales de los estudiantes. Tanto las conexiones entre las ciencias y los temas sociales de actualidad como el debate sobre los aspectos filosóficos de las ciencias son importantes. Los temas más frecuentemente recomendados en relación con la contextualización de la enseñanza de las ciencias tienen que ver con los temas sociales de actualidad. En casi todos los países europeos, las preocupaciones medioambientales y la aplicación de los logros

científicos a la vida cotidiana son áreas de estudio recomendadas en las clases de ciencias. Temas más abstractos que tienen que ver con los métodos científicos, la “naturaleza de la ciencia” o la producción del conocimiento científico se mencionan en los documentos oficiales más frecuentemente en relación con las materias diferenciadas de ciencias que se imparten en cursos más tardíos en la mayoría de los países europeos.

Las actividades recomendadas para las ciencias en el nivel de primaria a menudo van acompañadas de trabajo práctico experimental y trabajo cooperativo por proyectos. En general, los documentos oficiales de los países europeos recomiendan diferentes formas de aprendizaje activo, así como enfoques de investigación participativa desde primaria en adelante.

Durante los últimos seis años más de la mitad de los países europeos analizados han realizado reformas generales del currículo en distintos niveles educativos. Obviamente, estas reformas han afectado también a los currículos de ciencias; en muchos países el principal motor para poner en marcha una reforma ha sido el compromiso con la adopción del enfoque europeo de competencias clave.

En este contexto, los países han hecho importantes esfuerzos para lograr una mayor integración de las cuestiones contextuales y de las actividades prácticas en los currículos de ciencias. Las reformas de diversos países en los que las competencias científicas se reformularon en línea con el enfoque de las competencias clave ilustran el deseo de los responsables políticos de otorgar una mayor importancia a la enseñanza de las ciencias.

D. Ausencia de medidas específicas de apoyo para el alumnado con bajo rendimiento en ciencias

No hay ningún país europeo que haya implementado una política específica para abordar las necesidades de los alumnos con bajo rendimiento en materias de ciencias. La ayuda a este tipo de alumnos se incluye, no obstante, en un marco general de apoyo a los estudiantes de todas las materias. Las medidas de apoyo más comunes son la enseñanza diferenciada, la atención individualizada, el aprendizaje entre iguales, las tutorías y los agrupamientos por niveles de capacidad. Fuera del horario lectivo se suelen organizar grupos pequeños de apoyo al aprendizaje. En la mayoría de los países, el apoyo para los estudiantes se decide a nivel de centro; al delegar estas responsabilidades, se permite que los profesores respondan a situaciones específicas y necesidades individuales. Tan solo algunos países han puesto en marcha programas nacionales para abordar el bajo rendimiento en los centros escolares de manera global.

E. Siguen prevaleciendo los métodos tradicionales de evaluación

El objetivo principal de las directrices para la evaluación es asegurar que el conocimiento y las habilidades de los estudiantes se evalúen de acuerdo con los objetivos y/o resultados de aprendizaje establecidos en el currículo. En la mitad de los países o regiones de la red Eurydice existen directrices de evaluación específicas para las ciencias.

Estas directrices suelen contener recomendaciones sobre las técnicas que han de usar los profesores a la hora de evaluar el progreso de los alumnos. Los exámenes tradicionales escritos u orales y la evaluación del trabajo de los alumnos en clase, así como su trabajo por proyectos, son los métodos recomendados con mayor frecuencia. Es interesante destacar que no se puede hacer una distinción entre directrices específicas para la evaluación de las ciencias y aquellas que pueden aplicarse a todas las materias del currículo; las técnicas recomendadas son similares en ambos casos. En general, son escasos los materiales oficiales de orientación para ayudar a los profesores a evaluar las destrezas específicas de los alumnos en el área de las ciencias.

F. Al menos una vez a lo largo de la educación obligatoria se realiza una evaluación estandarizada de las ciencias

En la mayoría de los países y/o regiones europeas, se evalúa el conocimiento y las habilidades de ciencias de los alumnos y estudiantes dentro de los procesos estandarizados al menos una vez durante su educación obligatoria (CINE 1 y 2) y/o durante la educación secundaria superior (CINE 3). No obstante, aparecen variaciones significativas de un país a otro, tanto en la frecuencia con la que los alumnos de forma individual se someten a los exámenes nacionales de las materias de ciencias, como exactamente en qué momento se realizan tales exámenes, ya se hable en términos de curso escolar o de edad. En la mayor parte de los países o regiones, las materias de ciencias se evalúan al menos una vez en dos o tres de los niveles educativos en cuestión.

En la educación primaria y secundaria inferior (CINE 1 y 2) las materias de ciencias evaluadas dentro de los procedimientos de evaluación estandarizados son obligatorias para todos los alumnos; mientras tanto, en la educación secundaria superior (CINE 3) a menudo son optativas. Las ciencias no tienen, de momento, un papel tan importante como las matemáticas o la enseñanza de la lengua materna, si bien parece que va formando parte de los procedimientos de evaluación nacional en un número de países cada vez mayor.

G. La formación del profesorado: existen muchas iniciativas para ayudar a mejorar las competencias del profesorado

Tal y como demostraron las pasadas evaluaciones de las estrategias de promoción de las ciencias, fortalecer las competencias del profesorado resulta de un interés especialmente importante para los legisladores.

La investigación de la enseñanza de las ciencias ha renovado su interés durante los últimos cinco años por los métodos de enseñanza basados en la investigación. Este estudio, en consecuencia, ha explorado las complejidades que supone cambiar la enseñanza desde métodos tradicionales hacia métodos basados en la investigación, y ha tenido en cuenta los pasos necesarios para llevar a cabo este cambio fundamental de enfoque.

La investigación sobre la formación de los profesores ha identificado las dificultades que supone cambiar con éxito las prácticas de aula; ha afirmado lo que ya se conocía sobre los métodos de enseñanza eficaz; y ha descubierto nuevas direcciones. Por ejemplo, la formación del profesorado combinada con la evaluación de las clases en el centro y la enseñanza conjunta han arrojado resultados positivos para los centros educativos y para los profesores que usaban estos métodos.

También se ha prestado atención a retos más específicos, entre los que se encuentran cómo resolver el problema del conocimiento preconcebido, tanto de los estudiantes como de los profesores, en las nuevas situaciones de enseñanza/aprendizaje; facilitar la formulación de modelos de procesos científicos por parte de los estudiantes; y aplicar las habilidades pedagógicas y de evaluación apropiadas para las actividades de laboratorio.

Los países que tienen un marco estratégico para la promoción de la enseñanza de las ciencias habitualmente incluyen entre sus objetivos la mejora de la formación del profesorado de ciencias. Las colaboraciones entre centros educativos, centros especializados en ciencias e instituciones similares contribuyen al aprendizaje informal de los profesores, y les pueden ofrecer orientación valiosa. Los centros especializados en ciencias de varios países también ofrecen actividades específicas de formación permanente formal para los profesores.

Casi todos los países informan de que sus administraciones educativas incluyen actividades específicas de formación permanente para el profesorado de ciencias dentro de sus programas oficiales de formación para el profesorado en activo. Sin embargo, las iniciativas nacionales específicamente diseñadas para la formación inicial de los profesores de ciencias son menos frecuentes.

H. La formación inicial del profesorado: aún centrada en el currículo

A pesar del bajo índice de respuestas enviadas, las instituciones que contestaron a la encuesta SITEP confirmaron que sus programas de formación del profesorado se ajustaban a los patrones que se esperaban, en relación a similitudes y diferencias entre los programas para generalistas y especialistas. Por lo tanto, se presentó un análisis básico de los resultados recopilados de los programas de 12 sistemas educativos.

Las indicaciones de los resultados en conjunto de 203 programas confirmaron en mayor o menor medida los patrones que se conocían gracias a la investigación. El área de competencia más importante que se aborda en la formación del profesorado es el conocimiento y la capacidad para impartir el currículo oficial de matemáticas/ciencias; a la mayoría de los futuros profesores se les evalúa en esta área. Crear un espectro amplio de situaciones de enseñanza, o aplicar diversas técnicas pedagógicas, a menudo se mencionan como elementos de un curso específico tanto en los programas de formación de profesores generalistas como especialistas. Aplicar un aprendizaje cooperativo o basado en proyectos, así como métodos de aprendizaje basado en la investigación o por resolución de problemas, a menudo son ámbitos que se abordan en ambos tipos de programas de formación del profesorado.

Sin embargo, la atención a la diversidad, es decir enseñar a una variedad de estudiantes teniendo en cuenta los diferentes intereses de los chicos y las chicas y evitar los estereotipos de género en la interacción con los estudiantes, son temas que se abordan en los programas de formación de profesores generalistas con menos frecuencia que en los programas que preparan a profesores de matemáticas/ciencias. Por lo general, estas competencias son las que menos se abordan en ambos tipos de programa, aunque las cuestiones de la diversidad han demostrado ser importantes para mejorar la motivación y abordar el bajo rendimiento.

Las colaboraciones entre las instituciones de formación del profesorado y otros participantes son importantes si se quiere que los programas de enseñanza satisfagan las necesidades de los centros escolares y de los estudiantes. El área donde se colabora de forma más habitual es en la implementación del programa, mientras que la investigación es el área con menos implicación. Los centros de primaria y secundaria son los principales colaboradores de las instituciones de formación del profesorado. Sin embargo, al contrario de lo que se esperaba, existen muy pocas colaboraciones científicas con empresas u organizaciones sociales civiles.

Obviamente, los resultados de esta encuesta piloto sólo ofrecen indicios sobre la preparación que tienen los profesores para enseñar, puesto que los conocimientos que tienen realmente y su habilidad para enseñar no se puede inferir directamente del contenido de los programas de formación del profesorado. No obstante, los resultados de la encuesta SITEP ofrecen muestras concretas de las propias instituciones sobre la forma en que los futuros profesores se forman hoy en día, lo cual se suma a las muestras de información extraídas de los documentos de referencia nacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd-El-Khalick, A., Akerson, V., 2009. The Influence of Metacognitive Training on Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 31(16), pp. 2161-2184.
- Adams, R., Wu, M., eds., 2000. *PISA 2000 technical report*. París: OCDE.
- Aguiar, O., Mortimer, E. F. & Scott, P., 2010. Learning from and responding to students' questions: The authoritative and dialogic tension. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), pp. 174-193.
- Aikenhead, G.S., 2005. Research into STS science education. *Educación Química*, 16(3), pp. 384-397.
- Akerson, V. et al., 2009. Scientific Modeling for Inquiring Teachers Network (SMIT'N): The Influence on Elementary Teachers' Views of Nature of Science, Inquiry, and Modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 20(1), pp. 21-40.
- Akcay, H., Yager, R., 2010. Accomplishing the Visions for Teacher Education Programs Advocated in the National Science Education Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 21(6), pp. 643-664.
- Andersen, A.M., Dragsted, S., Evans, R. H. & Sørensen, H., 2007. The Relationship of Capability Beliefs and Teaching Environments of New Danish Elementary Teachers of Science to Teaching Success. In: Pintó, Roser, Couso, Digna, eds. *Contributions from Science Education Research*. Dordrecht: Springer, pp. 131-142.
- Anderson, Ch., 2007. Perspectives on Science Learning. In: S. Abell, & N., Lederman, eds. *Handbook of Research on Science Education*, pp. 3-31.
- Anderson, J., Bachor, D., 1998. A Canadian perspective on portafolio use in student assessment. *Assessment in Education*, 5(3), pp. 327-353.
- Anderson, R., 2007. Inquiry as an Organizing Theme for Science Curricula. In: S. Abell & N. Lederman, eds. *Handbook of Research on Science Education*, pp. 807-831.
- Appleton, K., 2007. Elementary Science Teaching. In: S. Abell & N. Lederman, eds. 2007. *Handbook of Research on Science Education*, pp. 493-537.
- Appleton, K., 2008. Developing Science Pedagogical Content Knowledge Through Mentoring Elementary Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 19(6), pp. 523-545.
- Atkin, J.M., 1998. The OCDE study of innovations in science, mathematics and technology education. *Journal of Curriculum Studies*, 30(6), pp. 647-660.
- Ayala, C. et al., 2008. From formal embedded assessments to reflective lessons: The development of formative assessment studies. *Applied Measurement in Education*, 21(4), pp. 315-334.
- Baker, D., LeTendre, G.K., 2005. *National differences, global similarities: world culture and the future of schooling*. Stanford, CA: Stanford Social Sciences.
- Ballstaedt, S., 1995. *Interdisziplinäres Lernen: Aspekte des fächerverbindenden Unterrichts* [El aprendizaje interdisciplinario: Aspectos de los cursos integrantes de materias]. Tübingen: DIFF.
- Bandura, A., 1997. *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W.H. Freeman.
- Baram-Tsabari, A., Yarden, A., 2008. Girls' biology, boys' physics: evidence from free-choice science learning settings. *Research in Science & Technological Education*, 26(1), pp. 75-92.

- Barrow, L., 2006. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), pp. 265-278.
- Bautista, N., 2011. Investigating the Use of Vicarious and Mastery Experiences in Influencing Early Childhood Education Majors' Self-Efficacy Beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 22 (4), pp. 333-349.
- Bell, B., 2007. Classroom assessment of science learning. In: S. Abell, & N., Lederman, eds. *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., pp. 537-559.
- Bell, L., Smetana L. & Binns I., 2005. Simplifying inquiry instruction: assessing the inquiry level of classroom activities. *Science Teacher*, 72(7), pp. 30-33.
- Bell, R., Matkins, J. & Gansneder, B., 2010. Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, pp. 414-436.
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S., 2007. Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91(3), pp. 347-370.
- Bevins, S., Brodie, M. & Brodie, E., 2005. *A study of UK secondary school students' perceptions of science and engineering*. Documento presentado en la European Educational Research Association Annual Conference, Dublin, 7-10 septiembre 2005. [pdf] Disponible en: <http://shura.shu.ac.uk/956/1/fulltext.pdf> [Consultado el 20 de septiembre de 2010].
- Black, P., William, D., 1998a. Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5(1), pp. 7-74.
- Black, P., William, D., 1998b. Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), pp. 139-148.
- Bleicher, R., 2007. Nurturing Confidence in Preservice Elementary Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 18(6), pp. 841-860.
- Bloom, B., Hastings, J. & Madaus, G., 1971. *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill book company.
- Bradbury, L., Koballa, T., 2007. Mentor Advice Giving in an Alternative Certification Program for Secondary Science Teaching: Opportunities and Roadblocks in Developing a Knowledge Base for Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 18(6), pp. 817-840.
- Brand, B., Wilkins, J., 2007. Using Self-Efficacy as a Construct for Evaluating Science and Mathematics Methods Courses. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), pp. 297-317.
- Breen, R., Jonsson J.O., 2005. Inequality of Opportunity in Comparative Perspective: Recent Research on Educational attainment and Social Mobility. *Annual Review of Sociology*, 31, pp. 223-43.
- Brickman, P., Gormally, C., Armstrong, N., & Hallar, B., 2009. Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2), pp. 1-22.
- Britton, E., Schneider, S., 2007. Large-Scale Assessments in Science Education. In: S. Abell, & N., Lederman, eds. *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., pp. 1007-1040.
- Brotman, J.S., Moore, F.M., 2008. Girls and Science: A Review of Four Themes in the Science Education Literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), pp. 971-1002.

- Capobianco, B., Feldman, A., 2010. Repositioning Teacher Action Research in Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 21(8), pp. 909-915.
- Cleaves, A., 2005. The formation of science choices in secondary school. *International Journal of Science Education*, 27(4), pp. 471-486.
- Collins, A., 1992. Portafolios for science education: issues in purpose, structure, and authenticity. *Science Education*, 76(4), pp. 451-463.
- Cormas, P., Arufaldi, J., 2011. The Effective Research-Based Characteristics of Professional Development of the National Science Foundation's GK-12 Program. *Journal of Science Teacher Education*, 22(3), pp. 255-272.
- Criado, A., García-Carmona, A., 2010. Prospective Teachers' Difficulties in Interpreting Elementary Phenomena of Electrostatic Interactions: Indicators of the status of their intuitive ideas. *International Journal of Science Teacher Education*, 32(6), pp. 769-805.
- Cronbach, L.J., 1951. Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika*, 16(3), pp. 297-334.
- Christidou, V., 2006. Greek Students' Science-related Interests and Experiences: Gender differences and correlations. *International Journal of Science Education*, 28(10), pp. 1181-1199.
- Czerniak, C.M., 2007. Interdisciplinary science teaching. In: S. Abell, & N., Lederman, eds. *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., pp. 537-559.
- Danusso, L., Testa, I. & Vicentini, M., 2010. Improving Prospective Teachers' Knowledge about Scientific Models and Modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention. In: *International Journal of Science Education*, 32(7), pp. 871-905.
- DCELLS/Welsh Assembly Government, 2008. *Science in the National Curriculum for Wales* [En internet] Disponible en: http://wales.gov.uk/dcells/publications/curriculum_and_assessment/arevisedcurriculumforwales/nationalcurriculum/scienceng/scienceeng.pdf?lang=en [Consultado el 11 de octubre de 2011].
- DELLS (The Department for Education, Lifelong Learning and Skills), 2001. *The Learning Country: Vision into Action*. Cardiff, Welsh Assembly Government. [En internet] Disponible en <http://wales.gov.uk/dcells/publications/publications/guidanceandinformation/learningcountry/learningcountryvis-e.pdf?lang=en> [Consultado el 23 de febrero de 2011].
- Dillon, J., Osborne, J., 2008. *Science Education in Europe: Critical reflections*. [pdf] London: the Nuffield Foundation. Disponible en: http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf [Consultado el 20 de diciembre de 2010].
- Dresner, M., Worley, E., 2006. Teacher Research Experiences, Partnerships with Scientists, and Teacher Networks Sustaining Factors from Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 17(1), pp. 1-14.
- Duschl, R.A., Gitomer, D., 1997. Strategies and challenges to changing the focus of assessment and instruction in science classrooms. *Educational Assessment*, 4(1), pp. 37-73.
- Duncan, R., Pilitsis, V. & Piegaro, M. 2010. Development of Preservice Teachers' Ability to Critique and Adapt Inquiry-based Instructional Materials. *Journal of Science Teacher Education*, 21(1), pp. 1-14.
- EACEA/Eurydice, Eurostat, 2009. *Cifras clave de la educación en Europa 2009*. Brussels: Eurydice.

- EACEA/Eurydice, 2009a. *Educación artística y cultural en el contexto escolar en Europa*. Bruselas: EACEA/Eurydice.
- EACEA/Eurydice, 2009b. *Pruebas nacionales de evaluación del alumnado en Europa: objetivos, organización y utilización de los resultados*. Bruselas: EACEA P9 Eurydice.
- EACEA/Eurydice, 2010. *Diferencias de género en los resultados educativos: medidas adoptadas y situación actual en Europa*. Bruselas: EACEA/Eurydice.
- EACEA/Eurydice, 2011. *La repetición de curso en la educación obligatoria en Europa: normativa y estadísticas*. Bruselas: EACEA/Eurydice.
- Ebert, E., Crippen, K. 2010. Applying a Cognitive-Affective Model of Conceptual Change to Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 21(3), pp. 371-388.
- Ekevall, E. et al., 2009. *Engineering – What's That?* [pdf] Disponible en: <http://www.sefi.be/wp-content/abstracts2009/Ekevall.pdf> [Consultado el 20 de septiembre de 2010].
- Encyclopædia Britannica Online, 2010a. *History of Science*. [En internet] Disponible en: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/528771/history-of-science> [Consultado el 9 de junio de 2010].
- Encyclopædia Britannica Online, 2010b. *Philosophy of Science*. [En internet] Disponible en: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/528804/philosophy-of-science> [Consultado el 9 de junio de 2010].
- Enochs, L., Riggs, I., 1990. Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale. *School Science and Mathematics*, 90, pp. 695-706.
- European Commission, 2007. *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. [pdf] Bruselas: Comisión Europea. Disponible en: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf [Consultado el 25 de marzo de 2010].
- Eurydice, 2006. *La enseñanza de las ciencias en los centros escolares de Europa*. Bruselas: Eurydice.
- Fazio, X., Melville, W. & Bartley, A. 2010. The Problematic Nature of the Practicum: A Key Determinant of Pre-service Teachers' Emerging Inquiry-Based Science Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 21(6), pp. 665-681.
- Fougere, M., 1998. The Educational Benefits to Middle School Students Participating in a Student/Scientist Project. *Journal of Science Education and Technology*, 7(1), pp. 25-30.
- Furlong, A., Biggart, A., 1999. Framing 'Choices': a longitudinal study of occupational aspirations among 13- to 16-year-olds. *Journal of Education and Work*, 12(1), pp. 21-35.
- Geraedts, C., Boersma, K.T. & Eijkelhof, H.M.C., 2006. Towards coherent science and technology education. *Journal of Curriculum Studies*, 38(3), pp. 307-325.
- GHK, 2008 - *Evaluation of the National Network of Science Learning Centres: Final Report*. The Wellcome Trust and the DCSF. [En internet] Disponible en: http://www.wellcome.ac.uk/stellent/groups/corporatesite/@msh_peda/documents/web_document/wtd039212.pdf [Consultado el 28 de junio de 2011].
- Gilbert, J., Calvert, S., 2003. Challenging accepted wisdom: looking at the gender and science education question through a different lens. *International Journal of Science Education*, 25(7), pp. 861-878.

- Gilbert, J.K., 2006. On the Nature of 'Context' in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), pp. 957-976.
- Gipps, C., 1994. *Beyond testing: Towards a theory of educational assessment*. Londres: The Falmer Press.
- Goldstein, H., 2008. Comment peut-on utiliser les études comparatives internationales pour doter les politiques éducatives d'informations fiables? *Revue française de pédagogie*, 164, pp. 69-76.
- Gomez-Zwiep, S., 2008. Elementary Teachers' Understanding of Students' Science Misconceptions: Implications for Practice and Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 19(5), pp. 437-454.
- Goodnough, K., 2010. Teacher Learning and Collaborative Action Research: Generating a "Knowledge-of-Practice" in the Context of Science Education. *Journal of Science Teacher Education*, 21(8), pp. 917-935.
- Gott, R., Duggan, S., 2002. Problems with the Assessment of Performance in Practical Science: Which way now? *Cambridge Journal of Education*, 32(2), pp. 183-201.
- Gunckel, K., 2011. Mediators of a Preservice Teacher's Use of the Inquiry-Application Instructional Model. *Journal of Science Teacher Education*, 22(1), pp. 79-100.
- Gunning, A., Mensah, F., 2011. Preservice Elementary Teachers' Development of Self-Efficacy and Confidence to Teach Science: A Case Study. *Journal of Science Teacher Education*, 22(2), pp. 171-185.
- Harlen, W., 2009. Teaching and learning science for a better future. The Presidential Address 2009 delivered to the Association for Science Education Annual Conference. *School Science review*, 333, pp. 33-41.
- Harlen, W., James, M., 1997. Assessment and learning. *Assessment in Education*, 4(3), pp. 365-379.
- Harlen, W., 1999. Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education*, 6(1), pp. 129-141.
- Harrison, C., Hofstein, A., Eylon, B. & Simon, S., 2008. Evidence-Based Professional Development of Science Teachers in Two Countries. *International Journal of Science Education*, 30(5), pp. 577-591.
- Häussler, P., Hoffman, L., 2002. An Intervention Study to Enhance Girls' Interest, Self-Concept, and Achievement in Physics Classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), pp. 870-888.
- Hechter, R., 2011. Changes in Preservice Elementary Teachers' Personal Science Teaching Efficacy and Science Teaching Outcome Expectancies: The Influence of Context. *Journal of Science Teacher Education*, 22(2), pp. 187-202.
- Holbrook, J., Rannikmae, M., 2007. The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), pp. 1347-1362.
- Hopmann, S.T, Brinek, G. & Retzl, M., eds. 2007. *PISA zufolge PISA: hält PISA, was es verspricht? = PISA according to PISA: does PISA keep what it promises?* Wien: LIT.
- Hudson, P., Ginns, I., 2007. Developing an Instrument to Examine Preservice Teachers' Pedagogical Development. *Journal of Science Teacher Education*, 18(6), pp. 885-899.
- Hume, A., Berry, A., 2011. Constructing CoRes – a Strategy for Building PCK in Pre-service Science Teacher Education. *Research in Science Education*, 41(3), pp. 341-355.
- Ibarra, H., 1997. Partnership strategies. *Science Scope*, 20(6), pp. 78-81.
- ICOM (International Council of Museums), 2007. *ICOM status*. [En internet] Disponible en: <http://archives.icom.museum/statutes.html#3> [Consultado el 10 de febrero de 2011].

- Irwin, A.R., 2000. Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context. *Science Education*, 84(1), pp. 5-26.
- James, E. *et al.*, 1997, Innovations in science, mathematics and technology education. *Journal of Curriculum Studies*, 29(4), pp. 471-484.
- James, L.E., *et al.*, 2006. Science Center Partnership: Outreach to Students and Teachers. *The Rural Educator*, 28(1), pp. 33-38.
- Johnson, C., 2010. Making the Case for School-based Systemic Reform in Science Education. *Journal of Science Teacher Education*, 21(3), pp. 279-282.
- Johnson, C., Kahle, J., Fargo, J., 2007. A study of the effect of sustained, whole-school professional development on student achievement in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, pp. 775-786.
- Johnson, C., Marx, S., 2009. Transformative Professional Development: A Model for Urban Science Education Reform. *Journal of Science Teacher Education*, 20(2), pp. 113-134.
- Juuti, K. *et al.*, 2004. Boys' and Girls' Interests in Physics in Different Contexts: A Finnish Survey. In: A. Laine, J. Lavonen & V. Meisalo, eds. *Current research on mathematics and science education*. Research Report 253. Helsinki: Department of Applied Sciences of Education, University of Helsinki.
- Kenny, J., 2010. Preparing Pre-Service Primary Teachers to Teach Primary Science: A partnership based approach. *International Journal of Science Education*, 32(10), pp. 1267-1288.
- Kenyon, L., Davis, E. & Hug, B., 2011. Design Approaches to Support Preservice Teachers in Scientific Modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 22(1), pp. 1-21.
- Kind, V., 2009. A Conflict in Your Head: An exploration of trainee science teachers' subject matter knowledge development and its impact on teacher self-confidence. *International Journal of Science Education*, 31(11), pp. 1529-1562.
- Koch, J., Appleton, K., 2007. The Effect of a Mentoring Model for Elementary Science Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), pp. 209-231.
- Krogh, L.B., Thomsen, P.V., 2005. Studying students' attitudes towards science from a cultural perspective but with a quantitative methodology: border crossing into the physics classroom. *International Journal of Science Education*, 27(3), pp. 281-302.
- Lakshmanan, A., Heath, B., Perlmutter, A. & Elder, M., 2011. The impact of science content and professional learning communities on science teaching efficacy and standards-based instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, pp. 534-551.
- Langworthy, M. *et al.*, 2009. *ITL Research Design*. [pdf] Disponible en: http://www.itlresearch.com/images/stories/reports/ITL_Research_design_29_Sept_09.pdf [Consultado el 10 de marzo de 2010].
- Lavonen, J. *et al.*, 2008. Students' motivational orientations and career choice in science and technology: A comparative investigation in Finland and Latvia. *Journal of Baltic Science Education*, 7(2), pp. 86-102.
- Lebak, K., Tinsley, R., 2010. Can Inquiry and Reflection be Contagious? Science Teachers, Students, and Action Research. *Journal of Science Teacher Education*, 21(8), pp. 953-970.
- Lederman, N.G., Niess, M.L., 1997. Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics? *School Science and Mathematics*, 97(2), pp. 57-58.
- Lemke, J.L., 1990. Talking science. Language, learning and values. Norwood, NJ: Ablex.

- Lemke, J.L., 2002. Multimedia Genres for Scientific Education and Science Literacy. In: M.J. Schleppegrell & C. Colombi, eds. *Developing Advanced Literacy in First and Second Languages*. Erlbaum, pp. 21-44.
- Linn, M.C., Davis, E.A. & Bell, P., (2004). Inquiry and Technology. In: M.C. Linn, E.A. Davis, & P. Bell, eds. *Internet Environments for Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 3-28.
- Lotter, C., Harwood, W. & Bonner, J., 2006. Overcoming a Learning Bottleneck: Inquiry Professional Development for Secondary Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), pp. 185-216.
- Lotter, C., Singer, J. & Godley, J., 2009. The Influence of Repeated Teaching and Reflection on Preservice Teachers' Views of Inquiry and Nature of Science. *Journal of Science Teacher Education*, 20(6), pp. 553-582.
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A., 2008. Exploring Pedagogical Content Knowledge in Science Teacher Education. *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1301-1320.
- Lubben, F., Bennett, J., Hogarth, S. & Robinson, A., 2005. The effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approaches in the teaching of secondary science on boys and girls, and on lower-ability pupils. En: *Research Evidence in Education Library*. Londres: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, Universidad de Londres. Disponible en: <http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=329> [Consultado el 13 de septiembre de 2010].
- Luft, J., 2009. Beginning Secondary Science Teachers in Different Induction Programmes: The first year of teaching. *International Journal of Science Education*, 31(17), pp. 2355-2384.
- Lumpe, A., 2007. Research-Based Professional Development: Teachers Engaged in Professional Learning Communities. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), pp. 125-128.
- Lustick, D., 2009. The Failure of Inquiry: Preparing Science Teachers with an Authentic Investigation. *Journal of Science Teacher Education*, 20(6), pp. 583-604.
- Marble, S., 2007. Inquiring into Teaching: Lesson Study in Elementary Science Methods. *Journal of Science Teacher Education*, 18(6), pp. 935-953.
- Martin, M.O. et al., 2008. *TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Marzano, R.J., 2003. *What works in schools: Translating research into action*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Marzano, R.J., Waters, T. & McNulty, B.A., 2005. *School leadership that works: From research to results*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Matthews, P.S.C., McKenna, P.J., 2005. Assessment of practical work in Ireland: A critique. *International Journal of Science Education*, 27(10), pp. 1211-1224.
- Melville, W., Fazio, X., Bartley, A. & Jones, D., 2008. Experience and Reflection: Preservice Science Teachers' Capacity for Teaching Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 19(5), pp. 477-494.
- Menter, I., Hulme, M., Elliott, D. & Lewin, J., 2010. *Literature Review on Teacher Education in the 21st Century. Report for the Scottish Government*. [pdf] Disponible en: <http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/325663/0105011.pdf> [Consultado el 1 de octubre de 2011].
- Michaels, S., Shouse, A. W. & Schweingruber, H. A., 2008. *Ready, set, science! Putting research to work in K-8 science classrooms*. Washington, DC: National Academies Press.

- Millar, R., Osborne, J., eds., 1998. *Beyond 2000: Science education for the future*. The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation. London: King's College London, School of Education. [En internet] Disponible en: <http://www.nuffieldfoundation.org/beyond-2000-science-education-future> [Consultado el 13 de septiembre de 2010].
- Milne, C., Scantlebury, K., Blonstein, J. & Gleason, S., 2011. Coteaching and Disturbances: Building a Better System for Learning to Teach Science. *Research in Science Education*, 41(3), pp. 413-440.
- Minner, D., Levy, A. & Century, J., 2009. Inquiry-Based Science Instruction – What is it and does it matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), pp. 474-496.
- Monet, J., Etkina, E., 2008. Fostering Self-Reflection and Meaningful Learning: Earth Science Professional Development for Middle School Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 19(5), pp. 455-475.
- Morrison, J., Estes, J., 2007. Using Scientists and Real-World Scenarios in Professional Development for Middle School Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), pp. 165-184.
- Mullis, I.V.S. et al., 2005. TIMSS 2007 assessment frameworks. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, cop. 2005.
- Murphy, P. & Whitelegg, E., 2006. Girls and physics: continuing barriers to 'belonging'. *The Curriculum Journal*, 17(3), pp. 281-305.
- National Research Council, 1999. *The assessment of science meets the science of assessment*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nilsson, P., 2008. Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30(10) pp.1281-1299.
- Nivalainen, V., Asikainen, M., Sormunen, K. & Hirvonen, P., 2010. Preservice and Inservice Teachers' Challenges in the Planning of Practical Work in Physics. *Journal of Science Teacher Education*, 21(4), pp. 393-409.
- Northern Ireland Curriculum, 2011. Inclusion. [en internet] Disponible en http://www.nicurriculum.org.uk/inclusion_and_sen/inclusion/ [Consultado el 23 de febrero de 2011].
- Norwegian Ministry of Education and Research, 2010. *Science for the Future. Strategy for Strengthening Mathematics, Science and Technology (MST) 2010–2014*. [pdf] Disponible en http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/UH/Rapporter_og_planer/Science_for_the_future.pdf [Consultado el 10 de febrero de 2011].
- OECD, 2003. *The PISA 2003 assessment framework: reading, reading, science and problem solving knowledge and skills*. París: OECD Publishing.
- OECD, 2005. *PISA 2003 Technical report*. París: OECD Publishing.
- OECD, 2007a. *PISA 2006: science competencies for tomorrow's world. Volume 1: Analysis*. París: OECD Publishing.
- OECD, 2007b. *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Executive Summary*. París: OECD Publishing.
- OECD, 2009a. *PISA 2006 Technical report*. París: OECD Publishing.
- OECD, 2009b. *PISA 2009 Assessment Framework - Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. París: OECD Publishing.

- OECD, 2010a. *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*. París: OECD Publishing.
- OECD, 2010b. *PISA 2009 Results: What Makes a School Successful? – Resources, Policies and Practices (Volume IV)*. París: OECD Publishing.
- OECD, 2010c. *PISA 2009 Results: Learning Trends: Changes in Student Performance Since 2000 (Volume V)*. París: OECD Publishing.
- OECD. Group of National Experts on Evaluation and Assessment, 2010. Student Formative Assessment within the Broader Evaluation and Assessment Framework. *Review on Evaluation and Assessment Frameworks for Improving School Outcomes*. Para uso oficial. París: OECD Publishing.
- OECD, 2011. *PISA in Focus 5: How do some students overcome their socio-economic background?* [pdf] París: OECD Publishing. [pdf] Disponible en: <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/17/26/48165173.pdf> [Consultado el 23 de febrero de 2011].
- Oliveira, A., 2010. Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, pp. 422-453.
- Olson, J.F., Martin, M.O. & Mullis, I.V.S. eds., 2008. *TIMSS 2007 Technical Report*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S., 2003. Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), pp. 1049-1079.
- Papageorgioua, G., Stamovlasis, D. & Johnson, P., 2010. Primary Teachers' Particle Ideas and Explanations of Physical Phenomena: Effect of an in-service training course. *International Journal of Science Education*, 32(5), pp. 629-652.
- Palmer, D., 2006. Sources of Self-efficacy in a Science Methods Course for Primary Teacher. *Research in Science Education*, 36, pp. 337-353.
- Paris, S.G., Yambor, K.M. & Packard, B.W-L., 1998. Hands-On Biology: A Museum-School-University Partnership for Enhancing Students' Interest and Learning in Science. *Elementary School Journal*, 98(3), pp. 267-288.
- Park, S., Oliver, J., 2008. National Board Certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate teachers' PCK development. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, pp. 812-834.
- Pringle, R., 2006. Preservice Teachers' Exploration of Children's Alternative Conceptions: Cornerstone for Planning to Teach Science. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), pp. 291-307.
- Ramaprasad, A., 1983. On the definition of feedback. *Behavioural Science*, 28(1), pp. 4-13.
- Riquarts, K., Hansen, H.K., 1998. Collaboration among teachers, researchers and inservice trainers to develop an integrated science curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 30(6), pp. 661-676.
- Roberts, G., 2002. SET for Success: The supply of people with science, technology, engineering and mathematics skills. The report of Sir Gareth Roberts' Review. [pdf] Disponible en: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/d/robertsreview_introch1.pdf [Consultado el 20 de septiembre de 2010].
- Roger, A., Duffield, J., 2000. Factors Underlying Persistent Gendered Option Choices in School Science and Technology in Scotland. *Gender and Education*, 12(3), pp. 367-383.
- Rogers, M. et al., 2010. Orientations to Science Teacher Professional Development: An Exploratory Study. *Journal of Science Teacher Education*, 21(3), pp. 309-328.

- ROSE (the Relevance of Science Education), 2010. *ROSE questionnaire*. [En internet] Disponible en: <http://www.ils.uio.no/english/rose/key-documents/questionnaire.html> [Accessed 9 June 2010].
- Roth, K. *et al.*, 2011. Videobased lesson analysis: Effective science PD for teacher and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), pp. 117-148.
- Ruiz-Primo, M., Furtak, E., 2006. Informal formative Assessment and scientific Inquiry: Exploring teachers' practices and student learning. *Educational Assessment*, 11(3&4), pp. 205-235.
- Ruiz-Primo, M., Shavelson, R., 1996a. Rhetoric and reality in science performance assessments: An update. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), pp. 1045-1063.
- Ruiz-Primo, M., Shavelson, R., 1996b. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), pp. 569-600.
- Russel, J.F, Flynn, R.B., 2000. Commonalities across effective collaboratives. *Peabody Journal of Education*, 75(3), pp. 196-204.
- Ryder, J., 2002. School science education for citizenship: strategies for teaching about the epistemology of science. *Journal of Curriculum Studies*, 34(6), pp. 637-658.
- Sadler, T., 2006. Promoting Discourse and Argumentation in Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 17(4), pp. 323-346.
- Scantlebury, K., Gallo-Fox, J. & Wassell, B., 2008. Coteaching as a model for preservice secondary science teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 24(4), pp. 967-981.
- Schneider, R. 2008. Mentoring New Mentors: Learning to Mentor Preservice Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 19(2), pp. 113-116.
- Schoon, I., Ross, A. & Martin, P., 2007. Science related careers: aspirations and outcomes in two British cohort studies. *Equal Opportunities International*, 26(2), pp. 129-143.
- ScienceCenter Netzwerk, 2011. [En internet] Disponible en <http://www.science-center-net.at> [Consultado el 14 de marzo de 2011].
- Scott, Ph., Asoko, H. & Leach, J., 2007. Student Conceptions and Conceptual Learning in Science. In: Abell, S. & Lederman, N. eds. 2007. *Handbook of Research on Science Education*, pp. 31-57.
- Scriven, M., 1967. The methodology of evaluation. In: R. Tyler, R. Gagne & M. Scriven, eds. *Perspective on Curriculum Evaluation* (AERA Monograph Series – Curriculum Evaluation). Chicago: Rand McNally and Co.
- Seung, E., Bryan, L. & Butler, M., 2009. Improving Preservice Middle Grades Science Teachers' Understanding of the Nature of Science Using Three Instructional Approaches. *Journal of Science Teacher Education*, 20(2), pp. 157-177.
- Settlage, J., Southerland, S., Smith, L. & Ceglie, R., 2009. Constructing a doubt-free teaching self: Self-efficacy, teacher identity, and science instruction within diverse settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, pp. 102-125.
- Shulman L., 1986. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), pp. 4-14.
- Singer, J., Lotter, C., Feller, R. & Gates, H., 2011. Exploring a Model of Situated Professional Development: Impact on Classroom Practice. *Journal of Science Teacher Education*, 22(3), pp. 203-227.
- Sinnes, A., 2006. Three Approaches to Gender Equity in Science Education. *NorDiNa*, 3(1), pp. 72-83.

- Sjøberg, S., Schreiner, C., 2010. *The ROSE project: an overview and key findings*. [pdf] Disponible en: <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf> [Consultado el 20 de septiembre 2010].
- Sjøberg, S., Schreiner, C., 2008. *Young People, Science and Technology. Attitudes, Values, Interests and Possible Recruitment*. [pdf] Disponible en: <http://folk.uio.no/sveinsj/Sjoberg-ERT-background-Brussels2Oct08.pdf> [Consultado el 20 de septiembre de 2010].
- Sjøberg, S., 2002. Science and Technology Education in Europe: Current Challenges and Possible Solutions. *Connect: UNESCO International Science, Technology & Environmental Education Newsletter*, 27(3-4). [pdf] Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001463/146315e.pdf> [Consultado el 13 de septiembre de 2010].
- Slavin, R.E., 1987. Ability Grouping and Student Achievement in Elementary Schools: A Best-Evidence Synthesis. *Review of Educational Research*, 57(3), pp. 293-336.
- Smolleck, L., Zembal-Saul, C. & Yoder, E., 2006. The Development and Validation of an Instrument to Measure Preservice Teachers' Self-Efficacy in Regard to the Teaching of Science as Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 17(2), pp. 137-163.
- Spector, B., Burkett, R. & Leard, C., 2007. Mitigating Resistance to Teaching Science through Inquiry: Studying Self. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), pp. 185-208.
- Sperandeo-Mineo, R., Fazio, C. & Tarantino, G., 2006. Pedagogical Content Knowledge Development and Pre-Service Physics Teacher Education: A Case Study. *Research in Science Education*, 36(3), pp. 235-268.
- St. Clair, B., Hough, D.L., 1992. *Interdisciplinary teaching: a review of the literature*. ERIC Document Reproduction Service No. 373 056. Jefferson City, MO.
- Streiner, D.L., 2003. Starting at the beginning: An introduction to coefficient alpha and internal consistency. *Journal of Personality Assessment*, 80(1), pp. 99-103.
- Steiner-Khamsi, G., 2003. 'The politics of League Tables'. *Journal of Social Science Education* 1. [pdf] Disponible en: <http://www.jsse.org/2003/2003-1/pdf/khamsi-tables-1-2003.pdf> [Consultado el 20 de septiembre de 2010].
- STEMNET, 2010. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics Network resources*. [En internet] Disponible en <http://www.stemnet.org.uk/resources/> [Consultado el 5 de noviembre de 2010].
- Subramaniam, K., 2010. Understanding Changes in Teacher Roles through Collaborative Action Research. *Journal of Science Teacher Education*, 21(8), pp. 937-951.
- Takayama, K., 2008. 'The politics of international league tables: PISA in Japan's achievement crisis debate', *Comparative Education*, 44(4), pp. 387-407.
- Taras, M., 2005. Assessment – Summative and formative – some theoretical reflections. *British Journal of Educational Studies*, 53(4), pp. 466-478.
- Torrance, H., Pryor, J., 1998. *Investigating formative assessment: Teaching learning and assessment in the classroom*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Towndrow, P., Tan, A., Yung, B. & Cohen, L., 2010. Science Teachers' Professional Development and Changes in Science Practical Assessment Practices: What are the Issues? *Research in Science Education*, 40(2), pp.117-132.

- Tytler, R. 2007. School Innovation in Science: A Model for Supporting School and Teacher Development. *Research in Science Education*, 37(2), pp. 189-216.
- Valanides, N., Angeli, C., 2008. Learning and teaching about scientific models with a computer- modeling tool. *Computers in Human Behavior*, 24(2), pp. 220-233.
- Van Driel, J. H., Abell, S. K., 2010. Science Teacher Education. In: P. Peterson, E. Baker & B. McGaw, eds. *International Encyclopedia of Education*, pp. 712-718.
- van Langen, A., Rekers-Mombarg, L. & Dekkers, H., 2006. Sex-related Differences in the Determinants and Process of Science and Mathematics Choice in Pre-university Education. *International Journal of Science Education*, 28(1), pp. 71-94.
- Visser, T., Coenders, F., Terlouw, C. & Pieters, J., 2010. Essential Characteristics for a Professional Development Program for Promoting the Implementation of a Multidisciplinary Science Module. *Journal of Science Teacher Education*, 21(6), pp. 623-642.
- Vogt, F., Rogalla, M., 2009. Developing Adaptive Teaching Competency through coaching. *Teaching and Teacher Education*, 25(8), pp. 1051-1060.
- Watanabe, T., Huntley, M.A., 1998. Connecting Mathematics and Science in Undergraduate Teacher Education Programs: Faculty Voices from the Maryland Collaborative for Teacher Preparation. *School Science and Mathematics*, 98(1), pp. 19-25.
- Watson, K., Steele, F., Vozzo, L. & Aubusson, P., 2007. Changing the Subject: Retraining Teachers to Teach Science. *Research in Science Education*, 37(2), pp. 141-154.
- Wikipedia, 2010a. *Computer simulation*. [En internet] Disponible en: http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_simulation [Consultado el 9 de junio de 2010].
- Wikipedia, 2010b. *Science project*. [En internet] Disponible en: http://en.wikipedia.org/wiki/Science_project [Consultado el 10 de junio de 2010].
- Wikipedia, 2010c. *Electronic portafolio*. [En internet] Disponible en: http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_portafolio [Consultado el 10 de marzo de 2010].
- Wikipedia, 2010d. *Project*. [En internet] Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/Project> [Consultado el 6 de julio de 2010].
- William, D., Black, P., 1996. Meanings and consequences: A basis for distinguishing formative and summative functions of assessment? *British Educational Research Journal*, 22(5), pp. 537-549.
- Yoon, S. et al., 2006. Exploring the Use of Cases and Case Methods in Influencing Elementary Preservice Science Teachers' Self-Efficacy Beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 17(1), pp. 15-35.
- Zubrowski, B., 2007. An Observational and Planning Tool for Professional Development in Science Education. *Journal of Science Teacher Education*, 18(6), pp. 861-884.

GLOSARIO

Códigos de los países

UE/EU-27	Unión Europea	AT	Austria
		PL	Polonia
BE	Bélgica	PT	Portugal
BE fr	Bélgica – Comunidad francesa	RO	Rumanía
BE de	Bélgica – Comunidad germanófono	SI	Eslovenia
BE nl	Bélgica – Comunidad flamenca	SK	Eslovaquia
BG	Bulgaria	FI	Finlandia
CZ	República Checa	SE	Suecia
DK	Dinamarca	UK	Reino Unido
DE	Alemania	UK-ENG	Inglaterra
EE	Estonia	UK-WLS	Gales
IE	Irlanda	UK-NIR	Irlanda del Norte
EL	Grecia	UK-SCT	Escocia
ES	España		
FR	Francia	Países de la AELC/EEE	Los tres países de la Asociación Europea de Libre Comercio que son miembros del Espacio Económico Europeo
IT	Italia	IS	Islandia
CY	Chipre	LI	Liechtenstein
LV	Letonia	NO	Noruega
LT	Lituania		
LU	Luxemburgo	País candidato	
HU	Hungría	TR	Turquía
MT	Malta		
NL	Países Bajos		

Código estadístico

: Información no disponible

Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE 1997)

La Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) es un instrumento adaptado para recoger las estadísticas educativas a nivel internacional. Cubre dos variables cruzadas de clasificación: los niveles educativos y tipos de enseñanza con las dimensiones complementarias de orientación general/profesional/pre-profesional y transición educación/mercado laboral. La versión actual, la CINE 97 ⁽¹⁸⁹⁾ distingue siete niveles educativos.

NIVELES CINE 97

Según el nivel y tipo de enseñanza en cuestión, es necesario establecer un sistema de clasificación jerárquica entre criterios principales y secundarios (titulación exigida para la admisión, requisitos mínimos de admisión, edad mínima, cualificación del personal, etc.).

⁽¹⁸⁹⁾ http://www.uis.unesco.org/ev.php?ID=3813_201&ID2=DO_TOPIC

CINE 1: Educación primaria

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

CINE 2: Educación secundaria inferior

Este nivel completa la enseñanza básica que se inició en primaria, aunque la enseñanza se orienta más hacia las materias que se imparten. Generalmente, el final de este nivel coincide con el término de la educación obligatoria.

CINE 3: Educación secundaria superior

Este nivel suele comenzar al término de la educación obligatoria. La edad de acceso típica es de 15 o 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 del nivel CINE 3 oscila entre dos y cinco años.

Definiciones

Aprendizaje cooperativo: los alumnos trabajan juntos en pequeños grupos sobre uno o más elementos de una tarea. Los buenos ejemplos de actividades cooperativas exigen que los alumnos adopten diferentes funciones o roles de expertos y creen productos interdependientes (Langworthy *et al.* 2009, p. 30).

Autoevaluación (alumnos): los alumnos asumen la responsabilidad de su propio aprendizaje. Ellos mismos deben planificar y controlar sus propias tareas. Los alumnos conocen los criterios que describen el “éxito” de cada tarea y deben revisar su trabajo en función del *feedback* que les ofrecen los profesores o los compañeros, o de su propia autoreflexión (Langworthy *et al.* 2009, p. 30).

Con fines de certificación: los resultados de los exámenes nacionales estandarizados se usan para conceder certificaciones o para tomar decisiones importantes relacionadas con la elección de distintos itinerarios educativos, la promoción de curso o la calificación final de los alumnos (Eurydice 2009, p. 23).

Con fines de evaluación: los resultados de los exámenes nacionales estandarizados se emplean para hacer un seguimiento y evaluación de los centros educativos, o del sistema educativo en general. Estos objetivos pueden incluir la comparación del rendimiento entre centros, la recogida de datos en el marco de las medidas de rendición de cuentas del centro y la evaluación del funcionamiento de todo el sistema. Los resultados de los exámenes se emplean junto con otros parámetros como indicadores de la calidad de la enseñanza. Asimismo, sirven de indicio de la eficacia global de las políticas y prácticas educativas, y muestran si ha habido o no mejoras en un centro escolar determinado o en un nivel dentro del sistema (Eurydice 2009, p.23).

Desviación típica: medida de dispersión o diseminación respecto a la media. En los estudios PISA la puntuación media de los países de la OCDE se fija en 500 puntos, mientras que la desviación típica es de 100. Una diferencia de 50 puntos en la puntuación indica, por lo tanto, indica una diferencia de 0.5 en la desviación típica.

Documentos oficiales: son documentos con carácter oficial que contienen los planes de estudio/currículos y que pueden tener uno o varios de los siguientes elementos: contenidos de aprendizaje, objetivos de aprendizaje, objetivos de rendimiento y directrices sobre la evaluación del alumno o los planes de estudio que sirven de modelo. En un país pueden existir diferentes tipos de documentos oficiales con diferentes grados de flexibilidad en su aplicación para un mismo nivel educativo y en un mismo momento. No obstante, todos ellos establecen el marco básico en el que se exige a los profesores (o se les aconseja, cuando no existen requisitos obligatorios) que desarrollen su propia docencia para satisfacer las necesidades de sus alumnos.

Evaluación por proyectos: es un método de evaluación basado en actividades de aprendizaje que requieren la realización de proyectos.

Error típico: la desviación estándar de una muestra aleatoria obtenida sobre una población. Es una medida del grado de incertidumbre asociada a la estimación de un parámetro poblacional a partir de una muestra. En efecto, debido al carácter aleatorio del procedimiento de muestreo, se podría haber obtenido una muestra distinta de la que se habrían inferido resultados más o menos diferentes. Supongamos que, sobre una muestra dada, la media estimada de la población fuera de 10 y el error típico asociado a esta estimación fuera igual a 2. Se podría afirmar con un 95% de certeza que la media de la población se sitúa entre +/- 2 errores típicos, es decir, entre 6 y 14.

Modelos de regresión multinivel: permiten un análisis de la varianza de las variables de rendimiento en múltiples niveles jerárquicos, mientras que en la regresión lineal simple o múltiple todos los efectos se modelan como sucediendo en un único nivel. Los datos de los estudiantes se consideran anidados por aula y por centro educativo. Estos modelos se basan en el supuesto de la existencia de correlación en el rendimiento de los estudiantes de una misma clase o de un mismo centro. Esas correlaciones deben tenerse en cuenta si se quieren hacer interpretaciones correctas. Gracias a estos modelos es posible diferenciar el impacto de las variables de contexto en función de si se relacionan con el centro educativo o con los estudiantes dentro de su centro. En su forma más simple, tales modelos permiten subdividir la varianza total del rendimiento de los alumnos en una varianza debida al centro y una varianza debida a los estudiantes dentro de un mismo centro.

Políticas: determinadas medidas adoptadas por un gobierno nacional/regional en un esfuerzo por fomentar una práctica específica que se ajuste a la consecución de los resultados deseados.

Portafolio (o e-portafolio, si es electrónico): sirve como demostración de las habilidades de los estudiantes y se considera una plataforma para la expresión de uno mismo. Un portafolio es un tipo de registro de aprendizaje que ofrece pruebas reales del rendimiento (Wikipedia, 2010c).

Programa: es un conjunto de proyectos con objetivos similares, que suele iniciar o financiar un gobierno nacional/regional.

Proyecto: se trata de una tarea de colaboración que se planea cuidadosamente para alcanzar un fin específico (Wikipedia, 2010d). El tamaño de los proyectos y la duración de la colaboración pueden variar considerablemente.

Significación estadística: hace referencia a un nivel de confianza del 95%. Por ejemplo, una diferencia significativa quiere decir que dicha diferencia es estadísticamente distinta de cero con un nivel de confianza del 95%.

Simulación por ordenador: es un programa de ordenador que intenta simular un modelo abstracto de un sistema determinado. Las simulaciones se pueden utilizar para explorar y obtener una nueva comprensión de la tecnología, así como para elaborar estimaciones sobre el comportamiento de sistemas que son demasiado complejos para aplicar soluciones analíticas (Wikipedia, 2010a).

Temas contextuales:

- **Historia de las ciencias:** es la historia del pensamiento humano sobre el mundo natural desde sus comienzos en los tiempos prehistóricos hasta el presente. Puede incluir los siguientes temas (no se trata de una lista exhaustiva):

La ciencia como filosofía natural, la ciencia griega, Aristóteles y Arquímedes, Hipócrates, la ciencia en Roma y el cristianismo, la ciencia en el islam, la ciencia europea medieval, el resurgimiento de la ciencia moderna (Leonardo da Vinci, Renacimiento), la revolución científica (Copérnico, Tycho, Kepler, Galileo, Newton), la edad clásica de las ciencias, las ciencias y la revolución industrial, la revuelta romántica (Kant, la teoría de campo), el nacimiento de la biología moderna, y la revolución del siglo XX (Encyclopædia Britannica, 2010a).

- **Filosofía de las ciencias:** es una rama de la filosofía que intenta explicar la naturaleza de la indagación científica –los procedimientos de observación, los patrones de argumentación, los métodos de representación y el cálculo, las suposiciones metafísicas– y evaluar las bases de su validez desde los puntos de vista de la epistemología, la lógica formal, el método científico y la metafísica. Incluye los siguientes temas (no se trata de una lista exhaustiva):

El positivismo lógico y el empirismo lógico, la lógica del descubrimiento y la justificación, el eliminativismo y la falsificación, la subdeterminación, la explicación como deducción, la concepción semántica de las teorías, la concepción histórica, la unificación y la reducción, el cambio científico (T. Kuhn), el realismo científico (*Encyclopædia Britannica*, 2010b).

- **La integración social/cultural de las ciencias:** se trata de una forma de pensamiento que concibe la producción del conocimiento científico como una práctica social que depende de las realidades políticas, sociales, históricas y culturales del momento. Esto implica el examen/cuestionamiento de los valores implícitos en las prácticas y el conocimiento científicos; la observación de las condiciones sociales así como de las consecuencias del conocimiento científico y sus cambios; y el estudio de la estructura y el proceso de la actividad científica. Puede incluir los siguientes temas (no se trata de una lista exhaustiva):

- razones para aceptar o rechazar los nuevos descubrimientos científicos (por ejemplo, la ejecución de científicos por razones de religión);
- acceso y barreras a la profesión científica (es decir, quién puede ser científico –únicamente hombres que han sido educados de determinada forma);
- formas en las que la ciencia se utiliza/utilizó para justificar la inferioridad intelectual y física de las mujeres (función reproductora, histeria, diferencias cerebrales);
- cambios en los conceptos de salud pública (la higiene, por ejemplo, el descubrimiento de la necesidad de lavarse las manos antes de una consulta médica; cambios en la percepción del hábito de fumar).

- **Las ciencias y la ética:** análisis de las consecuencias éticas que trajeron como consecuencia los avances en la ciencia y las innovaciones tecnológicas. Pueden incluir los siguientes temas (no se trata de una lista exhaustiva):

- la bioética (los límites de la vida: aborto, eutanasia; los derechos de los animales: la experimentación con animales, su uso en la industria cosmética y en la investigación médica; ingeniería genética: clonación, los organismos genéticamente modificados (OGMs) las células madre);
- las aplicaciones militares (la dinamita, los venenos, la bomba atómica).

- **Las ciencias del medio ambiente/sostenibilidad:** son las implicaciones medioambientales de la actividad científica. Pueden incluir los siguientes temas (no se trata de una lista exhaustiva):

El impacto que tienen los materiales elaborados por el hombre en la calidad de vida y el medio ambiente; la industria y la contaminación; el reciclaje de basura; la energía renovable; los efectos climáticos de los desarrollos científicos (el calentamiento global, la capa de ozono, la lluvia ácida); la industria de la comida, los aditivos en los alimentos.

- **Las ciencias y la tecnología del día a día:** las aplicaciones tecnológicas del día a día de los fenómenos científicos; la conexión entre la ciencia y la tecnología para las prácticas diarias. Pueden incluir los siguientes temas (no se trata de una lista exhaustiva):

El funcionamiento de los ordenadores; cómo reciben y envían mensajes los teléfonos móviles; cómo almacenan y reproducen sonido y música las cintas de radiocasete, los CDs y los DVDs; el empleo y la reparación de los equipos eléctricos y mecánicos de la vida diaria; el uso de satélites con fines de comunicación entre otros; los instrumentos ópticos y su funcionamiento (las gafas, el telescopio,

la cámara, el microscopio, etc.); los detergentes, los jabones y su funcionamiento; el uso medicinal de plantas; el empleo en la medicina de los rayos X, los ultrasonidos, etc. (ROSE, 2010).

- **Las ciencias y el cuerpo humano:** la contextualización de los fenómenos científicos a través de ejemplos del cuerpo humano y su funcionamiento. Pueden incluir los siguientes temas (no se trata de una lista exhaustiva):

Las fuerzas que actúan en los músculos durante el deporte; el corazón, la presión y el flujo sanguíneos; el efecto que pueden tener sobre la piel los solárium y el sol; la influencia de una descarga eléctrica o la electricidad en los músculos y en el cuerpo; los efectos de la radioactividad en el cuerpo humano (ROSE, 2010); los productos farmacéuticos y sus efectos sobre el cuerpo/la piel; la salud y la nutrición.

Trabajo por proyectos: un proyecto de ciencias es una actividad educativa para estudiantes de ciencias que implica determinados experimentos o la construcción de modelos. En el caso de los proyectos de ciencias, los estudiantes construyen por sí mismos todo el proceso desde el diseño del proyecto hasta la evaluación (de forma individual o en grupo). Los proyectos de ciencias se pueden clasificar en cuatro categorías principales: los proyectos experimentales, los proyectos de ingeniería o tecnología, los proyectos de exposición y los proyectos teóricos (Wikipedia, 2010b). Las actividades de aprendizaje basadas en proyectos atraen a los estudiantes a participar en preguntas o problemas abiertos, o de larga duración (una semana o más). Normalmente una de estas preguntas o problemas no tiene una respuesta conocida o una solución previamente aprendida (Langworthy *et al.* 2009, p. 30).

Varianza: medida de dispersión de una variable que consiste en la media de las distancias cuadráticas entre sus valores posibles y el valor esperado (medio). La unidad de varianza se expresa en la unidad de la variable original al cuadrado. La raíz cuadrada positiva de la varianza, llamada desviación típica, se expresa en las mismas unidades que la variable original, por lo que puede ser más fácil de interpretar.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Capítulo 1: El rendimiento de los estudiantes en ciencias: muestras procedentes de los estudios internacionales

Gráfico 1.1:	Puntuación media y desviación típica en ciencias de los estudiantes de 15 años, 2009	18
Gráfico 1.2:	Porcentaje de alumnos de 15 años con bajo rendimiento en ciencias, 2009	20
Gráfico 1.3:	Puntuación media y desviación típica en el rendimiento en ciencias en alumnos de cuarto y octavo curso, 2007	23
Gráfico 1.4:	Porcentaje de varianza total explicado por la variabilidad entre centros en la escala de ciencias en estudiantes de 15 años, 2009	27

Capítulo 2: El fomento de la enseñanza de las ciencias: estrategias y políticas

Gráfico 2.1:	Existencia de una estrategia nacional global para la enseñanza de las ciencias, 2010/11	30
Gráfico 2.2:	Centros nacionales de ciencias o instituciones análogas que fomentan la enseñanza de las ciencias, 2010/11	44
Gráfico 2.3:	Medidas específicas de orientación para potenciar la elección de carreras de ciencias en estudiantes de CINE 2 y 3 en Europa, 2010/11	54

Capítulo 3: La organización del currículo y los contenidos

Gráfico 3.1:	Enseñanza integrada o diferenciada de las ciencias, según las recomendaciones de los documentos oficiales, CINE 1 y 2, 2010/11	64
Gráfico 3.2:	Enseñanza de las ciencias como materia integrada o diferenciada, según el curso (CINE 1 y 2), 2010/11	66
Gráfico 3.3:	Aspectos contextuales que se deben abordar en las clases de ciencias, según las recomendaciones de los documentos oficiales (CINE 1 y 2), 2010/11	71
Gráfico 3.4:	Actividades para el aprendizaje de las ciencias, según las recomendaciones recogidas en los documentos oficiales (CINE 1 y 2), 2010/11	76
Gráfico 3.5:	Oferta de apoyo a los estudiantes en las materias de ciencias (CINE 1 y 2), 2010/11	77
Gráfico 3.6:	Agrupamiento por nivel de capacidad dentro de la clase ciencias, según las recomendaciones de los documentos oficiales (CINE 1 y 2), 2010/11	81
Gráfico 3.7:	La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria superior general, según las recomendaciones de los documentos oficiales (CINE 3), 2010/11	83
Gráfico 3.8:	Estatus de la(s) materia(s) de ciencias de la educación secundaria superior (CINE 3) según las recomendaciones de los documentos oficiales, 2010/11	83
Gráfico 3.9:	Países involucrados en reformas del currículo, incluyendo las ciencias (CINE 1, 2 y 3), entre 2005 y 2011	87

Capítulo 4: La evaluación de los alumnos en ciencias

Gráfico 4.1:	Directrices para la evaluación de las ciencias (CINE 1 y 2), 2010/11	98
Gráfico 4.2:	Métodos de evaluación recomendados de acuerdo a las directrices oficiales (CINE 1 y 2), 2010/11	100
Gráfico 4.3:	Exámenes/pruebas estandarizadas de ciencias (CINE 1, 2 y 3), 2010/11	104
Gráfico 4.4:	Finalidad de las pruebas estandarizadas de ciencias (CINE 1, 2 y 3), 2010/11	105
Gráfico 4.5:	Estatus de las materias de ciencias en los exámenes/pruebas del final la educación secundaria superior (CINE 3), 2010/11	106

Capítulo 5: La mejora de la formación del profesorado de ciencias

Gráfico 5.1: Información general sobre los programas de formación inicial para profesores de matemáticas y ciencias, 2010/11	123
Gráfico 5.2: Tratamiento del conocimiento y las competencias en los programas de formación del profesorado para profesores generalistas y especialistas de matemáticas y ciencias, porcentajes y total ponderado , 2010/11	125
Gráfico 5.3: Medias de las escalas de competencias/contenidos y distribución por conglomerados de los programas de formación del profesorado, 2010/11	129
Gráfico 5.4: Implicación de las instituciones de formación del profesorado en colaboraciones, para profesores generalistas y especialistas (matemáticas/ciencias), 2010/11	130
Gráfico 5.5: La evaluación de los profesores generalistas y especialistas en los programas de formación de profesores de matemáticas y ciencias, 2010/11	131

ANEXO

Tabla 1 (para el gráfico 3.2): Denominación en el currículo del área integrada de ciencias y de las materias de ciencias diferenciadas en CINE 1 y 2, 2010/11

	Nombre del área integrada de ciencias del currículo	Nombre de las materias diferenciadas de ciencias
BE fr	- "Seres humanos" - "Materia" - "Energía" - "Aire, agua, tierra" - "Los hombres y el medio ambiente" - "Historia de la vida y las ciencias"	Solo integrada
BE de	- "Los seres vivos tienen un metabolismo" - "Los seres vivos se reproducen" - "Los seres vivos se mueven" - "Los seres vivos reaccionan a su medio ambiente" - "Energía en nuestra vida"	Autonomía del centro (biología, química, física)
BE nl	Cursos 1-6: "Orientación para el mundo" Cursos 7-8: "Ciencias naturales"	Biología, química, física
BG	Curso 1: "Tierra natal" Curso 2: "Mundo exterior" Curso 3-6: "El hombre y la naturaleza"	"Física y astronomía", "Biología y educación de la salud", "Química y protección medioambiental"
CZ	Autonomía del centro. Área educativa descrita "Las personas y su mundo", la organización depende del centro.	Autonomía del centro. Campos educativos diferenciados, biología, química, física se describen en el "Marco del programa educativo para la educación básica".
DK	Cursos: "Naturaleza/Tecnología"	Cursos 7-9: biología, química, física, geografía
DE	"Estudios regionales y sociales y ciencias básicas"	Cursos 7-10: biología, química, física. Astronomía (únicamente en los Länder Mecklenburg-Western Pomerania y Thuringia)
EE	"Ciencias"	Curso 7: Biología, geografía, ciencias (se integran química y física) Cursos 8-9: Biología, química, física, geografía
IE	Elementos de biología, física, química y ciencias medioambientales (conocidas como ramas de contenidos) bajo los encabezamientos, respectivamente, de "Seres vivos", "Energía y fuerzas", "Materiales" y "Concienciación medioambiental y cuidado"	Biología, química, física
EL	Cursos 1-4: "Estudios medioambientales" Cursos 5-6: "Explorando el mundo natural"	Curso 7: Biología Curso 8: Química, física Curso 9: Biología, química, física Curso 10: Química, física Curso 11: Biología, química, física
ES	Cursos 1-6: "Conocimiento del medio natural, social y cultural" Cursos 7-9: "Ciencias naturales"	Curso 9: "Biología y geología", "Física y química" Curso 10: optativa "Biología y geología", "Física y química"
FR	Cursos 1-2: "Descubrimiento del mundo" Cursos 3-7: "Ciencias experimentales y tecnología"	Curso 6-9: "La vida y las ciencias de la tierra", "Física y química"
IT	Cursos 1-5: "Ciencias naturales y experimentales"	Cursos 6-8: "Ciencia y tecnología"
CY	"Ciencias"	Curso 7: Biología, geografía Curso 8: química, física, geografía Curso 9: Biología, química, física
LV	"Ciencias"	Curso 7: Biología, geografía Curso 8-9: Biología, química, física, geografía
LT	Cursos 1-4: "Descubrimiento del mundo" (ciencias naturales, curso integrado de educación social y moral) Cursos 5-6: "La naturaleza y el hombre" (curso integrado de ciencias naturales)	Curso 7: Biología, física Curso 8-10: Biología, química, física
LU	"El hombre, la naturaleza, la tecnología, el niño y su entorno, la ciudadanía, el espacio, el tiempo"	Sólo integrada

La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación

	Nombre del área integrada de ciencias del currículo	Nombre de las materias diferenciadas de ciencias
HU	Autonomía del centro. "Los humanos y la naturaleza" se imparte normalmente en los cursos 1-6.	Autonomía del centro. La mayoría de los centros divide la enseñanza de las ciencias en el curso 7-8 en biología, química, física, geografía
MT	Las ciencias están integradas	Física obligatoria, biología y química optativas
NL	Autonomía del centro. CINE 1: "Naturaleza y tecnología" CINE 2: "Los humanos y el medio ambiente"	Autonomía del centro (biología, química, física, geografía)
AT	"Estudios regionales y sociales y ciencias básicas"	Biología y educación medioambiental, química, física, geografía
PL	Curso1-3: "Educación para la naturaleza" (área de contenido, no una materia diferenciada) Cursos 4-6: "Ciencias naturales" (antiguo currículo)	Cursos 7-8: Biología, química, física, geografía Curso 9: Biología, química, física, geografía, educación de la salud, educación ecológica
PT	Cursos 1-4: "Estudio del medio ambiente" Cursos 5-6: "Ciencias de la naturaleza"	Cursos 7-9: Ciencias naturales (biología y geología) y "Ciencias físicas" (química y física)
RO	Cursos 1-2: "Estudio del medio ambiente" Cursos 3-4: "Ciencias naturales"	Curso 5: Biología Curso 6: Biología, física Cursos 7-10: Biología, química, física
SI	Cursos 1-3: "Educación medioambiental" Cursos 4-5: "Ciencias naturales y técnicas" Cursos 6-7: "Ciencias naturales"	Cursos 8-9: Biología, química, física
SK	"Naturaleza y sociedad"	Curso 5: Biología Cursos 6-9: Biología, química, física
FI	Estudios medioambientales y naturales	Biología, química, física, geografía, educación de la salud
SE	Autonomía del centro. "Orientación para las ciencias naturales"	Autonomía del centro (biología, química, física)
UK-ENG	Autonomía del centro. "Ciencias"	Autonomía del centro
UK-WLS	Autonomía del centro. Educación preescolar: "Conocimiento y entendimiento del mundo" KS2-3: "Ciencias"	Autonomía del centro
UK-NIR	Autonomía del centro. Educación preescolar: "El mundo que nos rodea" KS1-2: "El mundo que nos rodea" ("Ciencia y tecnología") KS3: "Ciencia y tecnología"	Autonomía del centro
UK-SCT	"Ciencias"	Curso 7-11: "Vida Sana y segura", "Introducción a las materias", "La energía y sus usos", "Un estudio de los entornos"
IS	"Historia natural y educación medioambiental"	Sólo integrada
LI	"Realidades" (incluye biología, química y física)	Curso 9: Biología y física (obligatorias para todos los estudiantes)
NO	"Ciencias naturales"	Sólo integrada
TR	TR Cursos 4-8: "Ciencia y tecnología"	Sólo integrada

Tabla 2 (para el gráfico 3.8): Materias de ciencias dentro del currículo en el nivel CINE 3, 2010/11

	Cursos siguiendo el sistema nacional	Materias obligatorias para todos los estudiantes (con el mismo o diferente nivel de dificultad)	Materias obligatorias para un grupo de estudiantes	Optativas
BE fr	9 a 12	Biología, química, física		
BE de	9 a 12	Los consejos escolares determinan las materias		
BE nl	11, 12	Biología, química, física		
BG	9, 10	Biología y educación de la salud, química y protección medioambiental, física y astronomía		Biología y educación de la salud, química y protección medioambiental, física y astronomía
	11, 12		Biología y educación de la salud, química y protección medioambiental, física y astronomía (formación especializada)	Biología y educación de la salud, química y protección medioambiental, física y astronomía
CZ	10, 11	Área educativa: Las personas y la naturaleza Materias: biología, química, física, geología y parte de geografía, bien como materias diferenciadas o como área de ciencias integrada (dependiendo del centro educativo)		
	12, 13			Biología, química, física, geología y parte de geografía: su inclusión dentro del currículo la determina cada centro educativo
DK	10	Vía educativa general (stx): - ciencias integradas: base científica, incluyendo la geografía física - materias diferenciadas: biología, química, geografía natural (dos materias de tres) Vía educativa general (hf): - ciencias integradas: base científica, incluyendo la geografía pero no la física Vía educativa técnica (htx): ciencias técnicas, física, química, tecnología, biología	Ciencias integradas: dependiendo de las opciones educativas Materias diferenciadas: biotecnología y física (opción de biotecnología)	
	11	stx : física (al mismo nivel de dificultad), una de las materias entre: química, biología, geografía natural, física (en diferentes niveles de dificultad) htx : física, química	Biología, química, biotecnología: dependiendo de la opción	Biología, química, física: dependiendo de la opción
	12		Biología, química, física, biotecnología: dependiendo de la opción	Biología, química, física: dependiendo de la opción
DE	11 a 11, 12	Una o dos de entre: biología, química, física		
EE	10 a 12	Biología, química, física		
EL	10	Química, física		
	11	Biología, química, física	Ciencias naturales y la opción de matemáticas: física, química Opción técnica: física	Biología o química
	12	Ciencias naturales y la opción de matemáticas: física, química, biología Opción técnica: física, química - bioquímica o informática		

La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación

	Cursos siguiendo el sistema nacional	Materias obligatorias para todos los estudiantes (con el mismo o diferente nivel de dificultad)	Materias obligatorias para un grupo de estudiantes	Optativas
ES	11	Ciencias para el mundo contemporáneo	Biología; Biología y geología; La Tierra y las ciencias medioambientales;	Decisión del centro educativo
	12		Física y química; Química; Física (Opción de ciencias y tecnología)	Decisión del centro educativo
FR	10	Biología y geología, química, física	Las ciencias integradas (métodos y prácticas científicos) se ofrecen desde septiembre de 2010 dentro del curso integrado optativo "enseignements d'exploration".	Biología y geología, química, física: algunos centros escolares las proponen
	11	Biología y geología, química, física	Proyectos personales supervisados (científicos o no). A partir 2011, serán reemplazados por el curso integrado optativo "enseignements d'exploration".	
	12		Hasta 2012: biología y geología o física/química. A partir de 2012 serán reemplazadas por el curso integrado optativo "enseignements d'exploration"	
IE	10		Decisión del centro educativo	Física, química, biología, ciencias de la agricultura, física y química
	11, 12			Física, química, biología, ciencias de la agricultura, física y química
IT	9 a 13	Ciencias naturales/física		
CY	10	Biología, química, física		
	11	Ciencias (para todos los estudiantes que no eligen materias de ciencias diferenciadas)	Física, química (dependiendo de la elección del estudiante)	Ciencias medioambientales
	12		Física, química, biología(dependiendo de la elección del estudiante)	
LV	10 a 12	Biología, química, física o ciencias	Biología, química, física o ciencias	
LT	11	Biología, química, física (una de las materias es obligatoria en un nivel de dificultad básico o ampliado)	Se pueden elegir una o dos de las materias de ciencias restantes	
	12	Materia elegida en el curso 11. Los estudiantes pueden cambiar el nivel de dificultad de la materia.		La(s) materias elegidas en el curso 11. Los estudiantes pueden el nivel de dificultad de la materia o la materia misma.
LU		(:)	(:)	(:)
HU	9	Física, geografía y medio ambiente		
	10	Biología, química, física, geografía y medio ambiente		
	11	Biología, química, física		
	12	Biología, química		
MT	12, 13	Al menos una materia de entre: Biología, química, ciencias medioambientales, física		
NL	11 13	Ciencias generales	Biología, química, física	
AT	9 a 12	Biología y educación medioambiental, química, física, geografía		Profundizando o ampliando los contenidos de las materias obligatorias biología, química, física, geografía

	Cursos siguiendo el sistema nacional	Materias obligatorias para todos los estudiantes (con el mismo o diferente nivel de dificultad)	Materias obligatorias para un grupo de estudiantes	Optativas
PL	10 a 12	Vías educativas: Educación ecológica, educación de la salud Materias: biología, química, física, geografía	Biología, química, física, geografía (como opción obligatoria elegida, a nivel avanzado)	
PT	10, 11		Biología y geología, física y química	
	12		Una de entre: Biología, geología, física, química	
RO	11 a 13	Biología, química, ciencias físicas, (dependiendo de la vía)		
SI	10 a 12	Biología, química, física		
	13			Biología, química, física
SK	10	Enseñanza integrada de las ciencias		
	11	Biología, química, física		
FI	7 a 12	Biología, química, geografía, física		Biología, química, geografía, física
SE	10 a 12	Ciencias naturales	Biología, química, física	Biología, química, física, ciencias medioambientales
UK-ENG/WLS/NIR	10, 11	Cursos de ciencias (biología, química, física), según se describen en los programas de estudio para obtener el certificado de educación secundaria (GCSE)		
	12, 13			Biología, química, física
UK-SCT	12, 13			Biología, química, física y biología humana
IS	11 a 14		Biología y/o química, física (dependiendo del programa de estudio)	Biología y/o química, física (dependiendo del programa de estudio)
LI	10, 11	Biología, química, física	Física y química (una clase extra)	
	12	Física	Biología, química	
NO	11	Ciencias naturales	Geografía	
	12		Geografía, una de entre: biología, física, geociencias, química, tecnología, teoría de la investigación	Biología, física, geociencias, química, tecnología, teoría de la investigación
	13		Una de entre: biología, física, geociencias, química, tecnología, teoría de la investigación	Biología, física, geociencias, química, tecnología, teoría de la investigación
TR	9	Geografía, biología, química, física y "conocimiento de la salud"	Geografía, biología, química, física	
	10	Geografía	Geografía, biología, química, física	Biología, química, física y "conocimiento de la salud"
	11, 12		Geografía, biología, química, física	Geografía, biología, química, física y "conocimiento de la salud"

Tabla 3: Tasa de respuesta por país de la encuesta sobre los programas de formación inicial del profesorado de matemáticas y ciencias (SITEP)

	Programas disponibles	Instituciones	Respuestas por programa	Respuestas por institución	Índices de respuesta por programas	Índices de respuesta por instituciones
Bélgica (comunidad francesa)	39	16	2	2	5.13	12.50
Bélgica (comunidad germanófono)	:	:	NA	NA	NA	NA
Bélgica (comunidad flamenca)	31	18	13	9	41.94	50.00
Bulgaria	33	8	2	2	6.06	25.00
República Checa	80	12	25	12	31.25	100.00
Dinamarca	14	7	6	6	42.86	85.71
Alemania	469	144	41	32	8.74	22.22
Estonia	11	2	2	1	18.18	50.00
Irlanda	23	20	2	2	8.70	10.00
Grecia	33	9	4	4	12.12	44.44
España	110	51	26	16	23.64	31.37
Francia	91	33	4	4	4.40	12.12
Italia	24	24	4	3	16.67	12.50
Chipre	5	4	0	0	0.00	0.00
Letonia	19	5	7	5	36.84	100.00
Lituania	24	8	3	1	12.50	12.50
Luxemburgo	2	1	2	1	100.00	100.00
Hungría	38	17	8	7	21.05	41.18
Malta	2	1	2	1	100.00	100.00
Países Bajos	96	45	10	8	10.42	17.78
Austria	35	18	14	8	40.00	44.44
Polonia	163	95	12	8	7.36	8.42
Portugal	93	42	8	8	8.60	19.05
Rumanía	80	27	5	4	6.25	14.81
Eslovenia	29	3	1	1	3.45	33.33
Eslovaquia	24	11	3	2	12.50	18.18
Finlandia	14	8	2	2	14.29	25.00
Suecia	55	22	1	1	1.82	4.55
Reino Unido (Inglaterra)	347	70	45	33	12.97	47.14
Reino Unido (Gales)	21	6	4	4	19.05	66.67
Reino Unido (Irlanda del Norte)	12	4	3	1	25.00	25.00
Reino Unido (Escocia)	35	8	7	6	20.00	75.00
Islandia	2	2	0	0	0.00	0.00
Liechtenstein	:	:	NA	NA	NA	NA
Noruega	16	16	1	1	6.25	6.25
Turquía	155	58	13	10	8.39	17.24
TOTAL	2 225	815	282	205		

AGENCIA EJECUTIVA EN EL ÁMBITO EDUCATIVO, AUDIOVISUAL Y CULTURAL

P9 EURYDICE

Avenue du Bourget 1 (BOU2)
B-1140 Bruselas
(<http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>)

Dirección técnica

Arlette Delhaxhe

Autoras

Bernadette Forsthuber (Coordinación), Akvile Motiejunaite, Ana Sofia de Almeida Coutinho con la colaboración de Nathalie Baïdak y Anna Horvath

Contribuciones externas

Renata Kosinska (Co-autora)
Jens Dolin y Robert Evans, Departamento de Enseñanza de las ciencias,
Universidad de Copenhague (Revisión de la literatura de investigación para el capítulo 5)
Christian Monseur, Universidad de Lieja (Análisis de los datos estadísticos)
Svetlana Pejnovic (Administración de datos de la encuesta SITEP)

Maquetación y gráficos

Patrice Brel

Coordinadora de producción

Gisèle De Lei

EURYDICE ESPAÑA-REDIE

Área de Estudios e Investigación
Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIIE)
Ministerio de Educación, Cultura y Deporte
C/ General Oraa, 55
28006 Madrid
Correo electrónico: eurydice@mecd.es
Página web: <http://www.educacion.gob.es/ifiie/>

Jefe de la Unidad Eurydice España - REDIE

Montserrat Grañeras Pastrana

Coordinación del estudio

Flora Gil Traver

Autoras

Ana Isabel Martín Ramos
María Pilar Jiménez Aleixandre
Fins Iago Eirexas Santamaría

Colaboradora

Alicia García Fernández (becaria)

Traducción

Laura Gutiérrez Herrero

Revisión de la traducción

Ángel Ariza Cobos

UNIDADES NACIONALES DE EURYDICE

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;
inspector: Philippe Delfosse

Eurydice Vlaanderen / Afdeling Internationale Relaties
Ministerie Onderwijs
Hendrik Consciencegebouw 7C10
Koning Albert II – laan 15
1210 Brussel
Contribución de la Unidad: Willy Sleurs (asesor de la Agencia para la Atención de Calidad en la Educación y la Formación – AKOV), Jan Meers (inspector en los Servicios de Inspección), Liesbeth Hens (miembro de la División para la Educación Superior)

Eurydice-Informationsstelle der Deutschsprachigen Gemeinschaft
Autonome Hochschule in der DG
Hillstrasse 7
4700 Eupen
Contribución de la Unidad: Johanna Schröder

BULGARIA

Eurydice Unit
Human Resource Development Centre
Education Research and Planning Unit
15, Graf Ignatiev Str.
1000 Sofia
Contribución de la Unidad: Silviya Kantcheva

ESKÁ REPUBLIKA / REPÚBLICA CHECA

Eurydice Unit
Centre for International Services of MoEYS
Na poříčí 1035/4
110 00 Praha 1
Contribución de la Unidad: Helena Pavlíková;
expertos: Svatopluk Pohořelý, Jan Maršák

DANMARK / DINAMARCA

Eurydice Unit
Ministry of Science, Technology and Innovation
Danish Agency for International Education
Bredgade 36
1260 København K
Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

DEUTSCHLAND / ALEMANIA

Eurydice-Informationsstelle des Bundes
Project Management Agency
Part of the German Aerospace Center
EU-Bureau of the German Ministry for Education and Research
Heinrich-Konen-Str. 1
53227 Bonn

Eurydice-Informationsstelle des Bundes
Project Management Agency
Part of the German Aerospace Center
EU-Bureau of the German Ministry for Education and Research
Rosa-Luxemburg-Straße 2
10178 Berlin

Eurydice-Informationsstelle der Länder im Sekretariat der Kultusministerkonferenz
Graurheindorfer Straße 157
53117 Bonn
Contribución de la Unidad: Brigitte Lohmar

EESTI / ESTONIA

Eurydice Unit
SA Archimedes
Koidula 13A
10125 Tallinn
Contribución de la Unidad: Imbi Henno (Principal experta, Ministerio de Educación e Investigación)

ÉIRE / IRELAND / IRLANDA

Eurydice Unit
Department of Education & Skills
International Section
Marlborough Street
Dublin 1
Contribución de la Unidad: George Porter (Inspector de la Educación posterior a la Primaria, Departamento de Educación y Destrezas – *Department of Education and Skills*)

ELLÁDA / GRECIA

Eurydice Unit
Ministry of Education, Lifelong Learning and Religious Affairs
Directorate for European Union Affairs
Section C "Eurydice"
37 Andrea Papandreou Str. (Office 2168)
15180 Maroussi (Attiki)
Contribución de la Unidad: Nikolaos Sklavenitis;
experto: Konstantinos Ravanis

ESPAÑA

Eurydice España-REDIE
Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIIE)
Ministerio de Educación, Cultura y Deporte
Gobierno de España
C/General Orúa 55
28006 Madrid
Contribución de la Unidad: Flora Gil Traver, Ana Isabel Martín Ramos, María Pilar Jiménez Aleixandre (experta), Fins Iago Eirexas Santamaría (experto), Alicia García Fernández (becaria)

FRANCE / FRANCIA

Unité française d'Eurydice
Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance
Mission aux relations européennes et internationales
61-65, rue Dutot
75732 Paris Cedex 15
Contribución de la Unidad: Thierry Damour;
experto: Jean-Louis Michard (*inspecteur général de l'Éducation nationale, groupe des sciences de la vie et de la Terre*)

HRVATSKA / CROACIA

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa
Donje Svetice 38
10000 Zagreb

ÍSLAND / ISLANDIA

Eurydice Unit
Ministry of Education, Science and Culture
Office of Evaluation and Analysis
Sölvhólsögötu 4
150 Reykjavík
Contribución de la Unidad: Védís Grönvold

ITALIA

Unità italiana di Eurydice
Agenzia Nazionale per lo Sviluppo dell'Autonomia Scolastica (ex INDIRE)
Via Buonarroti 10
50122 Firenze
Contribución de la Unidad: Erika Bartolini;
experta: Filomena Rocca (profesora de física, *Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca*)

KYPROS / CHIPRE

Eurydice Unit
Ministry of Education and Culture
Kimonos and Thoukydidou
1434 Nicosia
Contribución de la Unidad: Christiana Haperi;
Expertos: Andreas Papastylianou (Departamento de Educación Secundaria), Georgios Matsikaris (Departamento de Educación Primaria) – Ministerio de Educación y Cultura

LATVIJA / LETONIA

Eurydice Unit
Valsts izglītības attīstības aģentūra
State Education Development Agency
Valņu street 3
1050 Riga
Contribución de la Unidad: Dace Namsone (director del Proyecto de Fondos Estructurales de la Unión Europea "Las ciencias y las matemáticas", el Centro Nacional para la Educación)

LIECHTENSTEIN

Informationsstelle Eurydice
Schulamts des Fürstentums Liechtenstein
Austrasse 79
9490 Vaduz
Contribución de la Unidad: Unidad de Eurydice

LIETUVA / LITUANIA

Eurydice Unit
National Agency for School Evaluation
Didlaukio 82
08303 Vilnius
Contribución de la Unidad: Saulė Vingelienė (experta);
Sandra Balevičienė (consultora)

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: Jos Bertemes, Engel Mike

MAGYARORSZÁG / HUNGRÍA

Eurydice National Unit
Ministry of National Resources
Szalay u. 10-14
1055 Budapest
Contribución de la Unidad: Joint responsibility;
experta: Julianna Szendrei

MALTA

Eurydice Unit
Research and Development Department
Directorate for Quality and Standards in Education
Ministry of Education, Employment and the Family
Great Siege Rd.
Floriana VLT 2000
Contribución de la Unidad: G. Bugeja (Responsable de educación); coordinación: Christopher Schembri

NEDERLAND / PAÍSES BAJOS

Eurydice Nederland
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
Directie Internationaal Beleid / EU-team
Kamer 08.022
Rijnstraat 50
2500 BJ Den Haag
Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

NORGE / NORUEGA

Eurydice Unit
Ministry of Education and Research
Department of Policy Analysis, Lifelong Learning and International Affairs
Kirkegaten 18
0032 Oslo
Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

ÖSTERREICH / AUSTRIA

Eurydice-Informationsstelle
Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur
Ref. IA/1b
Minoritenplatz 5
1014 Wien
Contribución de la Unidad: Claudia Haagen-Schützenhöfer, Patricia Jelemenská, Anja Lembens, Günther Pass (expertos, Universidad de Viena)

POLSKA / POLONIA

Eurydice Unit
 Foundation for the Development of the Education System
 Mokotowska 43
 00-551 Warsaw
 Contribución de la Unidad: Beata Kosakowska (coordinación),
 Urszula Poziomek (experta, Instituto de Investigación Educativa)

PORTUGAL

Unidade Portuguesa da Rede Eurydice (UPRE)
 Ministério da Educação
 Gabinete de Estatística e Planeamento da Educação (GEPE)
 Av. 24 de Julho, 134 – 4.º
 1399-54 Lisboa
 Contribución de la Unidad: Teresa Evaristo, Carina Pinto,
 Sílvia Castro (experta)

ROMÂNIA / RUMANÍA

Eurydice Unit
 National Agency for Community Programmes in the Field of Education and Vocational Training
 Calea Serban Voda, no. 133, 3rd floor
 Sector 4
 040205 Bucharest
 Contribución de la Unidad: Veronica – Gabriela Chirea
 en colaboración con las expertas:

- Daniela Bogdan (Ministerio de Educación, Investigación, Juventud y Deportes)
- Gabriela Noveanu (Instituto para las Ciencias Educativas)
- Steluța Paraschiv (Centro Nacional de Evaluación y Exámenes)
- Cristina Pârnu (Centro Nacional de Evaluación y Exámenes)

SCHWEIZ/SUISSE/SVIZZERA / SUIZA

Foundation for Confederal Collaboration
 Dornacherstrasse 28A
 Postfach 246
 4501 Solothurn

SLOVENIJA / ESLOVENIA

Eurydice Unit
 Ministry of Education and Sport
 Department for Development of Education (ODE)
 Masarykova 16/V
 1000 Ljubljana
 Contribución de la Unidad: Expertas: Andreja Bačnik,
 Saša Aleksij Glazar

SLOVENSKO / ESLOVAQUIA

Eurydice Unit
 Slovak Academic Association for International Cooperation
 Svoradova 1
 811 03 Bratislava
 Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

SUOMI / FINLAND / FINLANDIA

Eurydice Finland
 Finnish National Board of Education
 P.O. Box 380
 00531 Helsinki
 Contribución de la Unidad: Matti Kyrö; experta: Marja Montonen
 (Junta Nacional de Educación de Finlandia)

SVERIGE / SUECIA

Eurydice Unit
 Department for the Promotion of Internalisation
 International Programme Office for Education and Training
 Kungsbrogatan 3A
 Box 22007
 104 22 Stockholm
 Contribución de la Unidad: responsabilidad colectiva

TÜRKIYE / TURQUÍA

Eurydice Unit Türkiye
 MEB, Strateji Geliştirme Başkanlığı (SGB)
 Eurydice Türkiye Birimi, Merkez Bina 4. Kat
 B-Blok Bakanlıklar
 06648 Ankara
 Contribución de la Unidad: Dilek Gulecyuz, Bilal Aday,
 Osman Yıldırım Ugur

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: Claire Sargent, Linda Sturman

Eurydice Unit Scotland
 Learning Directorate
 Area 2C South
 Victoria Quay
 Edinburgh
 EH6 6QQ
 Contribución de la Unidad: Jim Braidwood

EACEA; Eurydice

La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación

Bruselas: Eurydice

2011 – 173 p.

ISBN 978-92-9201-285-4

doi:10.2797/90921

Descriptores: ciencias naturales, evaluación de los estudiantes, examen estandarizado, estándar de aprendizaje, igualdad de género, currículo, apoyo al currículo, medida de apoyo, recursos didácticos, método pedagógico, libro de texto, actividades extracurriculares, formación del profesorado en activo, habilidad, formación del profesorado, investigación educativa, PISA, TIMSS, educación primaria, educación secundaria, educación general, análisis comparativo, Turquía, AELC - EFTA, Unión Europea

ES



La Red Eurydice ofrece información y análisis sobre los sistemas educativos europeos, así como sobre las políticas puestas en marcha. Desde 2011 consta de 37 unidades nacionales pertenecientes a los 33 países que participan en el Programa para el Aprendizaje Permanente de la Unión Europea (Estados miembros de la UE, países de la Asociación Europea de Libre Comercio –AELC–, Croacia y Turquía), y se coordina y dirige desde la Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural con sede en Bruselas, que es la encargada de elaborar sus publicaciones y bases de datos.



Eurydice España-REDIE constituye una red a escala española semejante a Eurydice, con la que está plenamente coordinada. Encargada de la recopilación, análisis, intercambio y difusión de información fiable y comparable acerca de temas de interés común sobre el sistema educativo, su objetivo es apoyar la toma de decisiones en el ámbito educativo europeo, nacional y autonómico. En ella participan el conjunto de las Administraciones educativas españolas a través de sus Puntos de Contacto Autonómicos (dependientes de las distintas Consejerías o Departamentos de Educación de las Comunidades Autónomas) y del Punto de Coordinación Estatal (con sede en el CNIIE-Ministerio de Educación, Cultura y Deporte) que impulsa y coordina el funcionamiento de la Red. Entre las actuaciones de REDIE destacan aquellas de carácter permanente, que incluyen la actualización de la descripción del sistema educativo *on-line* (REDIPEDIA); las contribuciones al Plan de trabajo de Eurydice, que garantizan que en los estudios de la Red europea se recoja la variedad de la gestión educativa en las Comunidades Autónomas; y los estudios propios, que responden al interés y al acuerdo de los miembros de la red Eurydice España-REDIE.

EURYDICE en Internet:

Unidad Europea: <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>

EURYDICE España-REDIE: <http://www.educacion.gob.es/eurydice>



Oficina de Publicaciones

ISBN 978-92-9201-285-4



9 789292 012854