



O Ensino das Ciências nas Escolas da Europa

Políticas e Investigação

Eurydice

A Rede de Informação sobre Educação na Europa

Documento publicado pela Unidade Europeia de Eurydice com o apoio financeiro da Comissão Europeia (Direcção-Geral da Educação e da Cultura).

Disponível também na Internet <http://eurydice.giase.min-edu.pt>

Texto concluído em Julho de 2006.

© Eurydice, 2006.

Reprodução autorizada, excepto para fins comerciais, desde que seja mencionada a fonte bibliográfica

EURYDICE
Unidade Portuguesa
Av. 24 Julho, 134
1399-029 LISBOA
Tel.: +213 949 305
Fax: +213 957 610
Correio electrónico: eurydice@giase.min-edu.pt
Internet: <http://eurydice.giase.min-edu.pt>



Editor da versão portuguesa:
Gabinete de Informação e Avaliação
do Sistema Educativo,
Ministério da Educação
ISBN: 972-614-403-5

Impresso em Portugal

PREFÁCIO



As ciências facultam aos alunos os meios necessários para perceberem melhor o mundo que os rodeia. Encorajam a curiosidade e a perspectiva crítica. Lançam luz sobre a relação entre os seres humanos e a natureza e lembram-nos que os recursos naturais não são infinitos.

As ciências fazem igualmente parte do mundo de hoje: estamos rodeados pelos seus produtos, desde os leitores de MP3, passando pelos aparelhos médicos, até aos computadores ocultos nos nossos automóveis. E estamos cada vez mais dependentes das ciências. Todos nós ouvimos os conselhos de “especialistas” sobre questões que nos preocupam a todos, como as alterações climáticas ou os organismos geneticamente modificados presentes nos alimentos. Os seus conhecimentos provêm das ciências. Para percebermos o que nos querem dizer e como chegaram a essas conclusões, precisamos de uma “cultura científica”, precisamos de ser capazes de julgar o que nos é dito.

Além disso, a Europa precisa de jovens cientistas capazes de introduzir a inovação numa sociedade competitiva baseada no conhecimento. Promover a inscrição em cursos científicos e técnicos foi um dos objectivos estabelecidos pelos Ministros da Educação em 2001, como parte do seu contributo para a Agenda de Lisboa.

É, pois, vital para a Europa que os seus jovens adquiram competências e conhecimentos na área das ciências.

Este estudo realizado pela Eurydice sobre o ensino das ciências nas escolas da Europa constitui parte integrante do debate sobre o desenvolvimento do ensino das ciências na UE. Faz uma análise comparada da actual regulamentação oficial em 30 países europeus no que se refere ao ensino das ciências na generalidade. Incide em particular sobre os programas de formação de professores, o programa curricular e a avaliação normalizada dos alunos. Além disso, o que se reveste de grande utilidade, estas informações são contextualizadas através de um panorama geral das principais conclusões resultantes da investigação realizada no domínio do ensino das ciências.

O presente estudo, que constitui o resultado de uma estreita colaboração entre a Unidade Europeia e as Unidades Nacionais da Rede Eurydice, sublinha que a formação dos formadores de professores de ciências merece uma atenção particular por parte dos decisores políticos. Uma maior sensibilidade face às diferentes formas como as raparigas e os rapazes abordam as disci-

plinas científicas poderá resultar também numa participação mais equilibrada entre géneros no domínio da matemática e bem assim em áreas científicas e tecnológicas.

Sei que os decisores políticos em matéria de educação estão extremamente conscientes da importância do ensino das ciências. Espero que considerem que o presente relatório constitui um apoio aos seus esforços para oferecer um ensino de qualidade no domínio das ciências a todos os cidadãos europeus.

A handwritten signature in black ink, reading 'Ján Figel'' in a cursive script. The signature is positioned above the printed name and title.

Ján Figel'

Comissário responsável pela Educação,
Formação, Cultura e Multilinguismo

ÍNDICE

Prefácio	3
Índice	5
Introdução	7
Objectivo e Temas Centrais do Estudo	7
Metodologia	8
Estrutura do Relatório	8
Capítulo 1: Programas de Formação de Professores de Ciências	11
Introdução	11
1.1. Conhecimentos e Competências Gerais de Ensino	13
1.2. Conhecimentos e Competências para o Ensino das Ciências	17
1.3. Conhecimentos e Competências Científicos	20
1.4. Critérios de Acreditação Específicos	24
Capítulo 2: Formadores de Professores de Ciências	27
Introdução	27
2.1. Formadores em Instituições de Formação Inicial de Professores	27
2.2. Formadores Responsáveis nas Escolas	33
Capítulo 3: O Programa Curricular de Ciências	35
3.1. Ensino Contextualizado das Ciências	36
3.2. Programas Curriculares de Ciências: Resultados da Aprendizagem e Actividades	38
3.3. Debate e Reformas	44
Capítulo 4: Avaliação Normalizada dos Alunos	47
4.1. Exames/Provas Normalizados de Ciências	48
4.2. Tipos de Competências/Conhecimentos Avaliados	49
4.3. Trabalho de Projecto no Domínio das Ciências	54
4.4. Actuais Debates Sobre Avaliação	56

Investigação no Domínio do Ensino das Ciências e Formação de Professores de Ciências	61
Introdução	61
A. Investigação no Domínio da Aprendizagem de Disciplinas Científicas	62
B. Investigação no Domínio do Trabalho e da Formação de Professores de Ciências	73
Conclusões	77
Bibliografia	79
Síntese e Conclusões	85
Glossário	91
Lista de Quadros	97
Agradecimentos	99

INTRODUÇÃO

Objectivo e Temas Centrais do Estudo

A forma como as ciências são leccionadas nas escolas depende de muitos factores, essencialmente relacionados com a formação dos professores e com o conteúdo dos programas curriculares e dos testes ou exames normalizados. Estes factores influenciam directa ou indirectamente o conteúdo e as abordagens do ensino das ciências, assim como as actividades científicas desenvolvidas na sala de aula.

O objectivo do presente estudo é duplo: visa, em primeiro lugar, fornecer uma análise comparada das disposições regulamentares e recomendações oficiais aplicáveis ao ensino das ciências e, em segundo lugar, apresentar um panorama geral das principais conclusões da investigação neste domínio. A primeira parte retrata a situação no que se refere às actuais políticas de educação no domínio do ensino das ciências na Europa. A lista de referências bibliográficas na área da investigação visa fornecer uma avaliação dos conhecimentos especializados actualmente disponíveis sobre as abordagens mais eficazes para promover a aprendizagem das ciências junto dos jovens. Nas conclusões é dado particular destaque às associações mais importantes destas duas perspectivas complementares. Espera-se que, no seu conjunto, o presente estudo contribua para que os responsáveis pela definição de políticas tomem decisões informadas, a fim de melhorar a qualidade do ensino das ciências.

Os dados que figuram no estudo comparado referem-se ao ano lectivo 2004/05, sendo feita referência às reformas em curso no ano lectivo 2005/06. O estudo cobre 30 países membros da Rede Eurydice ⁽¹⁾.

Os níveis de ensino em apreço são o ensino primário (CITE 1) e o ensino secundário geral (CITE 2). Considerando que em Portugal a organização curricular do 1º ciclo é muito diferente da do 2º e 3º ciclos, quando é mencionado CITE 1, refere-se apenas ao 1º ciclo do ensino básico, enquanto que CITE 2 se refere ao 2º e 3º ciclos do ensino básico.

O relatório apenas cobre os estabelecimentos de ensino administrados e financiados por autoridades públicas. Contudo, a Bélgica, a Irlanda e os Países Baixos constituem uma excepção. São igualmente considerados os estabelecimentos do ensino particular desses países que são subsidiados pelo Estado, visto serem frequentados pela maioria dos alunos.

Por forma a limitar e a garantir a exequibilidade da recolha de informação, o presente inquérito incide sobre as Ciências como disciplina integrada única, e na Biologia e na Física, nos casos em que essas disciplinas são leccionadas separadamente nos termos do programa curricular. O programa curricular do ensino secundário geral inclui muitas vezes áreas científicas separadas, ao passo que as ciências integradas são mais características do programa curricular do ensino primário. Como a Física e a Biologia constituem áreas científicas relativamente distintas, a sua escolha para efeitos do presente estudo permitiu recolher a mais vasta gama possível de informações sobre metas e abordagens metodológicas. No entanto, isso não implica, obviamente, que essas disciplinas sejam de alguma forma consideradas como mais importantes do que outras, como, por exemplo, a Química.

(1) A Turquia, membro da Rede Eurydice, não contribuiu para o presente estudo.

Metodologia

A informação apresentada no presente inquérito comparativo foi recolhida junto de Unidades Nacionais da Rede Eurydice, por intermédio de um questionário acompanhado por uma lista de termos e definições específicos. Estes instrumentos de recolha da informação podem ser obtidos no sítio Internet da Rede Eurydice (www.eurydice.org).

Para além das contribuições das Unidades Nacionais, a Unidade Europeia foi apoiada na preparação do presente estudo por dois especialistas em metodologias de ensino das ciências, os quais, além de contribuírem para a elaboração do questionário de recolha de dados, redigiram também parte do relatório, incluindo a lista dos resultados das pesquisas efectuadas neste domínio, tendo procedido a uma leitura crítica do texto integral.

A fim de garantir a fiabilidade e a boa qualidade do conteúdo do presente estudo, a primeira parte (comparativa) foi cuidadosamente verificada pelas Unidades Nacionais da Rede Eurydice.

Todas as pessoas que contribuíram para o presente relatório encontram-se listadas na secção “Agradecimentos”, no final da presente publicação.

Estrutura do Relatório

A primeira parte do presente relatório contém uma pesquisa comparada das disposições regulamentares e recomendações oficiais no domínio do ensino das ciências.

O primeiro capítulo examina o conteúdo das normas de qualificação, as orientações relativas aos programas de formação inicial de professores e os critérios de acreditação de instituições e programas curriculares do ensino superior. O objectivo consiste em identificar os tipos de competências e conhecimentos específicos que os futuros professores de ciências deverão desenvolver durante a sua formação inicial, independentemente de se relacionarem com a prática do ensino em si, ou de se revestirem de relevância directa para a matéria científica leccionada.

O segundo capítulo trata das qualificações e da experiência profissional dos formadores de professores que supervisionam os aspirantes a professores habilitados para o ensino das ciências durante a sua formação profissional inicial. Considera a situação dos formadores nas instituições de formação inicial de professores, bem como a dos professores que, a partir da escola onde exercem a sua actividade de docência, supervisionam futuros professores de ciências durante o seu estágio nessa escola.

O terceiro capítulo incide sobre as abordagens definidas no programa curricular de ciências prescrito e, em especial, nos objectivos que deverão ser atingidos e nas actividades que deverão ser realizadas na sala de aula. O inquérito debruça-se, em especial, sobre os seguintes aspectos: a presença de referências aos aspectos contextuais do ensino das ciências, tais como a história das ciências e os problemas sociais contemporâneos, trabalho experimental, tecnologias da informação e da comunicação (TIC) e comunicação. É igualmente apresentado um panorama geral do debate em curso e das reformas curriculares.

O quarto capítulo faz uma apreciação das provas e dos exames normalizados no domínio das ciências. Após uma primeira identificação dos países que utilizam provas semelhantes de avaliação, o capítulo examina o tipo de conhecimentos e competências que são avaliados. Trata igualmente da avaliação normalizada de um determinado tipo de actividade, nomeadamente, dos projectos de ciências. Tal como no Capítulo 3, também aqui é apresentado um breve panorama geral das reformas e do debate em relação à avaliação dos resultados do ensino das ciências.

A segunda parte do presente relatório consiste numa perspectiva geral das principais conclusões da investigação no domínio do ensino das ciências. É considerado um conjunto de assuntos de grande importância para a formação de professores e, de um modo mais geral, para a sua prática de ensino. São cobertos os aspectos mais importantes do trabalho realizado para responder a questões como: “Que formas de aprendizagem devem ser encorajadas?” “Como motivar os alunos?” “Que contributos especiais poderão as TIC prestar?” “Como encaram os professores a ciência e o ensino das ciências?” “Que conhecimentos profissionais especializados deverão os professores mobilizar para efeitos do ensino?” E ainda: “Como desenvolvem os professores abordagens e procedimentos inovadores?”

No final do relatório está incluído um glossário.

CAPÍTULO 1

PROGRAMAS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Introdução

O tema central do presente capítulo é a formação dirigida a todos os candidatos a professores de ciências, sejam eles generalistas ou especialistas. A questão subjacente aos dados apresentados neste contexto é relativa à regulamentação aplicável definida a nível central e se esta influencia significativamente os conhecimentos e as competências que os professores deverão possuir para ensinarem ciências. Obviamente, um bom docente de ciências deverá saber e ser capaz de fazer tudo o que está associado ao ensino da disciplina: deverá adquirir conhecimentos sólidos de conceitos e teorias no domínio das ciências e receber formação para ensinar a realizar trabalho experimental, em laboratórios ou noutros locais. Contudo, além destes aspectos existem ainda as áreas mais vastas da psicologia educacional e o conhecimento de métodos de ensino, bem como as competências e os conhecimentos didácticos de natureza eminentemente prática associados ao trabalho na sala de aula.

Os professores que recebem formação para dar aulas ao nível CITE 1 poderão, muitas vezes, esperar ensinar todas, ou quase todas as disciplinas do programa curricular. Não possuem forçosamente conhecimentos especializados no domínio das ciências. A formação de professores generalistas deveria, por esse motivo, assentar num conhecimento de um leque de matérias muito mais amplo, por oposição ao nível CITE 2, no qual os professores são, na maioria, especialistas numa determinada área científica. No quadro 3.1 é apresentado um panorama geral do ensino das ciências em ambos os níveis de ensino na Europa. Outra diferença entre os níveis CITE 1 e 2 é o facto de as ciências serem normalmente leccionadas como disciplina única no ensino primário e como disciplinas distintas no ensino secundário inferior. Por essa razão, as disposições oficiais relativas à formação de professores para o nível CITE 1 reflectem, supostamente, uma abordagem menos especializada do ensino das ciências.

Estas duas facetas do ensino das ciências – conhecimentos científicos e conhecimentos e competências didácticas – formam o fio condutor subjacente ao presente capítulo. A primeira secção examina as dimensões que contribuem para preparar os professores de ciências em formação (estagiários) para a sua profissão. Trata-se inevitavelmente de um domínio muito vasto, porque, em muitos aspectos, uma boa prática de ensino é transversal às diferentes disciplinas escolares. O enfoque nas competências de natureza prática no ensino das ciências é geralmente encarado como sendo relevante para reforçar os atractivos e a eficácia das ciências nas escolas. Na Alemanha, por exemplo, parte das amplas reformas educativas actualmente em curso tem a ver com uma redefinição dos objectivos da formação de professores de ciências, de modo a atribuir maior importância aos aspectos da psicologia educacional e aos conhecimentos e competências na área do ensino. Anteriormente, a formação de professores incidia mais no conhecimento das disciplinas propriamente dito.

Algumas competências didácticas são, porém, mais específicas do contexto científico. Essas competências são analisadas na segunda secção do presente capítulo. A terceira secção centra-se na formação de professores em matéria de conhecimentos e competências científicos, incluindo informação suplementar sobre as competências dos professores na área da experimentação e da investigação científica. Por conseguinte,

a ênfase é transferida das competências de ensino e aprendizagem para se centrar mais nas competências científicas dos professores em formação (estagiários).

Por fim, a última secção analisa a existência ou não de critérios de acreditação específicos no que se refere aos programas de formação inicial de professores para os professores habilitados a leccionar ciências. No caso de existirem tais critérios, é feita uma análise dos aspectos da formação inicial que abrangem.

Importa ter em mente que, no presente estudo, apenas é apresentada a informação disponível em documentos oficiais a nível central ou superior, o que significa que a informação neles contida não refere o que é realmente leccionado nas instituições de formação de professores, mas apenas o que se encontra nas disposições regulamentares (ou, nalguns casos, muito raros, em recomendações) emitidas a nível central sobre o conteúdo programático dos cursos de formação de professores, ou outros tipos de normas de qualificação definidas a nível central. Até que ponto essa informação proporciona uma imagem suficientemente completa da formação de professores depende da forma como é administrado cada sistema educativo. Apenas quatro países (República Checa, Grécia, Irlanda e Países Baixos) não possuem actualmente qualquer fonte de dados a nível central ou superior (Quadros 1.1 – 1.5). Tal não significa, porém, que o conteúdo dos programas de formação de professores não seja influenciado por outras referências definidas a nível central, tais como as metas de sucesso escolar dos alunos ou os critérios de acreditação específicos e, de um modo mais geral, o conteúdo dos programas curriculares dos alunos na área das ciências (ver Capítulo 3).

Estas orientações programáticas ou normas de qualificação de nível superior poderão destinar-se à formação de todos os professores, ou, mais especificamente, à dos professores de ciências.

Convém notar que este tipo de orientações programáticas ou normas de qualificação emanadas de autoridades superiores na área da educação, bem como, em particular, o desenvolvimento de normas para professores, têm constituído recentemente um domínio de discussão e actuação para as autoridades educativas de vários países. A Lei das Profissões do Ensino foi aprovada pelo parlamento neerlandês em 2004 e estipula normas de competência. O conteúdo de tais normas foi desenvolvido por organizações profissionais (por exemplo, a Associação para as Normas Profissionais no Ensino), devendo a referida lei entrar em vigor em 2006. Na República Checa, discutem-se actualmente propostas de normas profissionais mínimas no domínio da formação de professores. Outros países que também debatem neste momento a introdução ou revisão de perfis de professores definidos a nível central são a Estónia (o Plano Nacional de Desenvolvimento da Formação de Professores foi introduzido em 2003) e a França (a lei de Abril de 2005 sobre o *Avenir de l'École* determina que a formação de professores deverá respeitar especificações fixadas pelos ministros responsáveis pelo ensino escolar e superior). No Reino Unido (País de Gales), o governo galês (*Welsh Assembly Government*) analisa presentemente as respostas à consulta que efectuou em 2005 sobre a revisão das Normas do Estatuto de Professor Qualificado (QTS – *Qualified Teacher Status*) que os professores em formação (estagiários) deverão cumprir e sobre a revisão dos requisitos aplicáveis aos cursos de formação inicial de professores. A proposta acompanha em grande medida as transformações que se operaram em Inglaterra em 2002 e permitirá aos responsáveis pela formação uma maior liberdade na concepção e prestação de cursos de formação dentro de limites definidos. A publicação dos requisitos revistos está prevista para 2006.

1.1. Conhecimentos e Competências Gerais de Ensino

Independentemente da disciplina a leccionar, a formação de professores desenvolve aptidões em toda uma ampla base de conhecimentos e competências gerais em matéria de ensino, incluindo teorias sobre o desenvolvimento infantil, a criação e gestão de situações de aprendizagem, o trabalho com grupos de alunos de características diversas e abordagens cooperativas de ensino. Estas categorias foram divididas em competências específicas, que são apresentadas nos Quadros 1.2a e 1.2b.

No caso dos futuros professores de ciências, estes tipos de competências e conhecimentos são sobejamente contemplados nas orientações programáticas e normas de qualificação emanadas do nível superior, tanto no nível CITE 1 como no nível CITE 2. Especificamente, a cobertura é total a ambos os níveis na Bélgica (comunidades francófona e flamenga), na Alemanha, nos três Estados Bálticos, em Malta, em Portugal, na Finlândia, no Reino Unido (Escócia), na Islândia e na Noruega.

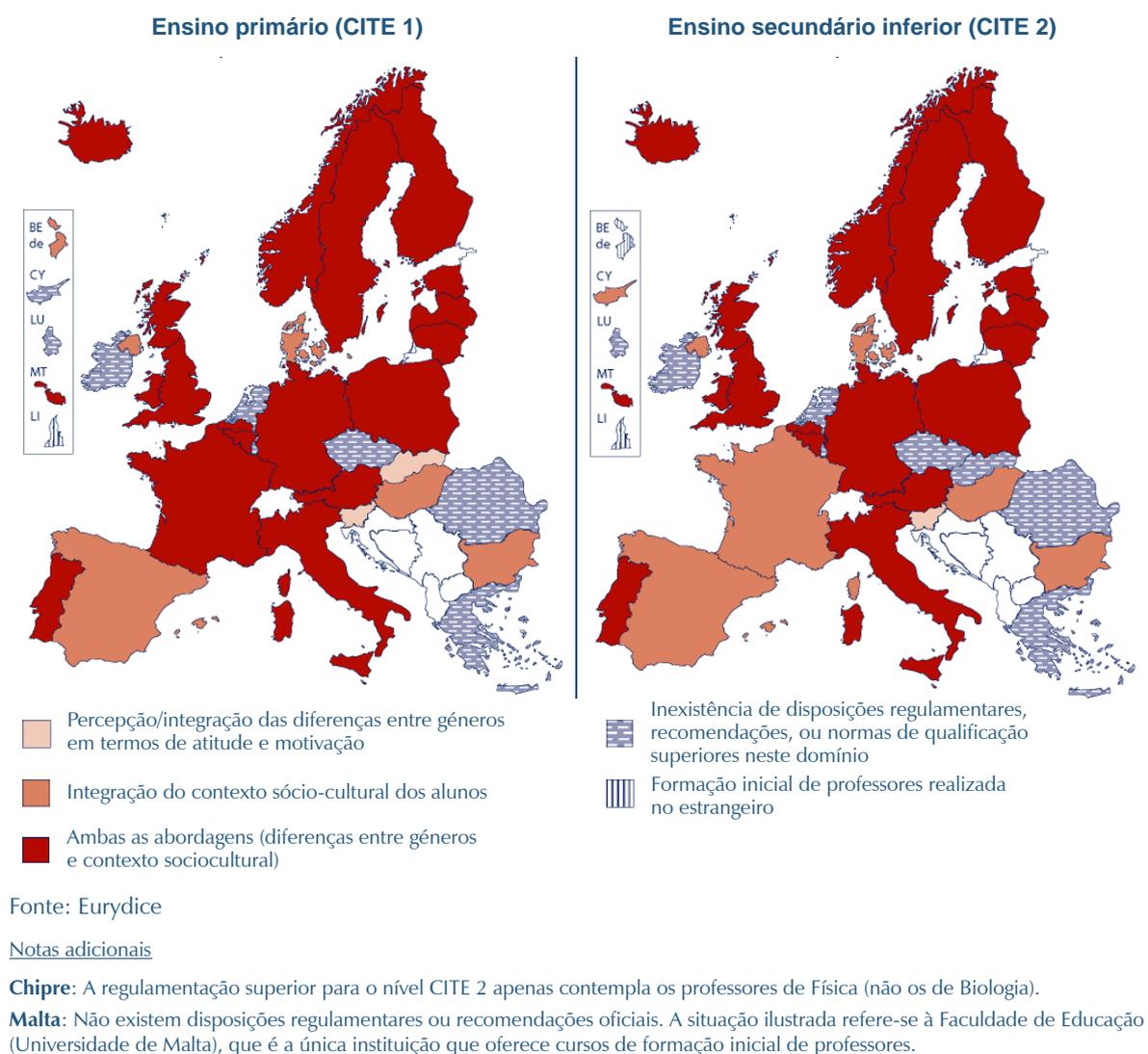
De um modo geral, nas orientações programáticas e nas normas de qualificação emanadas do nível superior para o nível CITE 1 existe um número ligeiramente superior de referências a conhecimentos e competências gerais em matéria de pedagogia em comparação com o nível CITE 2, sobretudo em relação às teorias sobre o desenvolvimento infantil.

No nível CITE 2, no qual o ensino das ciências é geralmente ministrado através de disciplinas distintas, não parece haver praticamente nenhuma diferença entre a Física e a Biologia quanto aos conhecimentos e às competências gerais em matéria de pedagogia. As únicas exceções são a Bélgica (comunidade flamenga), onde apenas a Biologia é indicada como ponto de incidência das orientações programáticas e das normas de qualificação emanadas do nível superior, e, em especial, Chipre, onde a maioria destes aspectos é apenas abrangida pelas orientações respeitantes ao ensino da Física.

No que se refere à criação e gestão de situações de aprendizagem, apenas a Itália não faz qualquer referência à escolha de contextos de aprendizagem significativos.

O trabalho em regime de cooperação, incluindo tanto o trabalho interdisciplinar (ou seja, abrangendo todo o programa curricular) como as competências associadas ao trabalho em equipa com outros professores, encontra-se sobejamente coberto em ambos os níveis CITE 1 e 2. Isto aplica-se especialmente ao trabalho em equipa realizado no nível CITE 2, no qual apenas a Eslováquia constitui uma exceção. No nível CITE 1, o trabalho em equipa também não faz parte das orientações superiores do Chipre e da Suécia. O trabalho interdisciplinar não figura nunca nas orientações em Itália e no Luxemburgo, nem nas orientações do Chipre para o nível CITE 2.

Quadro 1.1: Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de diferenças entre géneros e contexto sociocultural (CITE 1 e 2), 2004/05

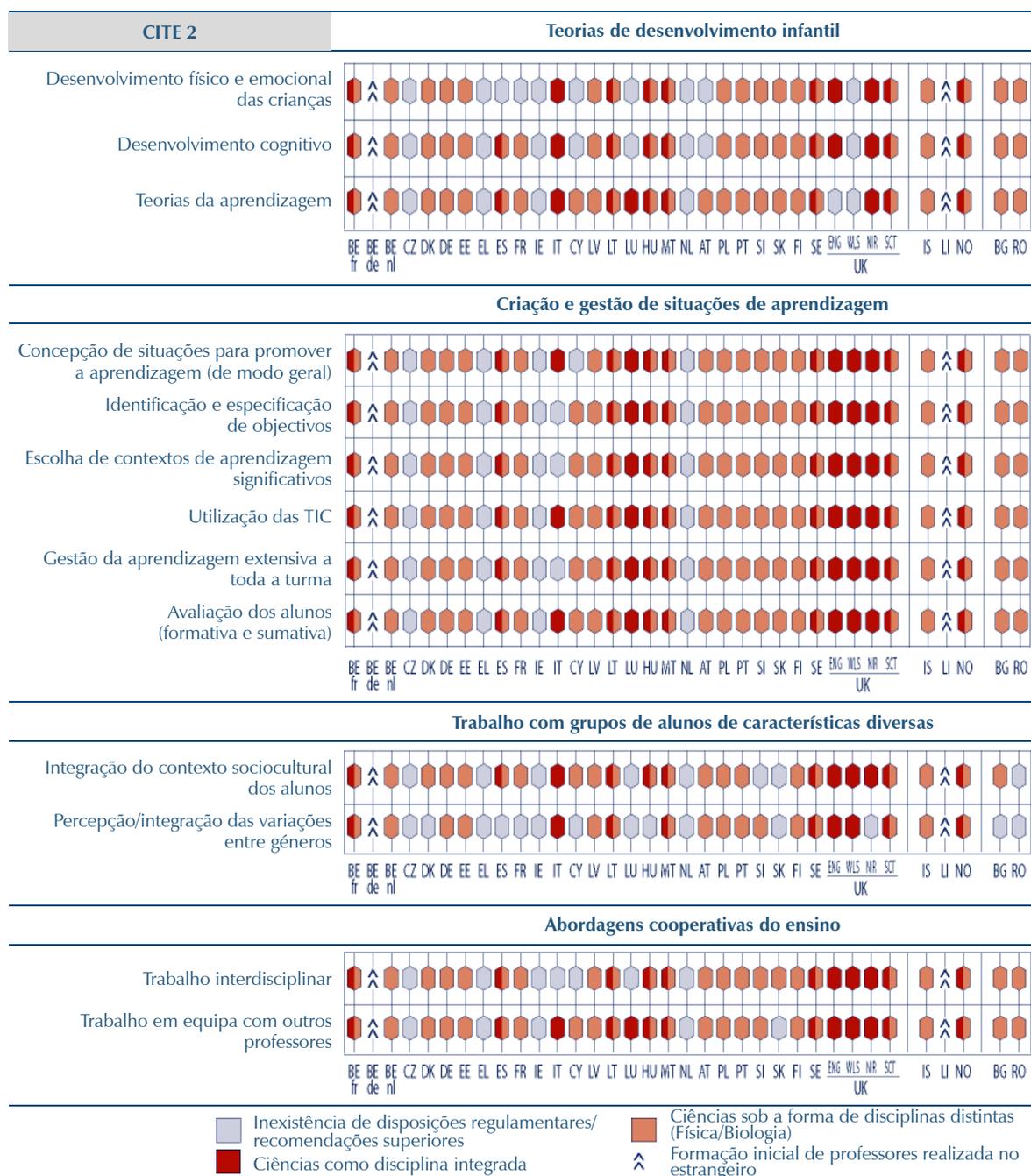


Quadro 1.2a: Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de conhecimentos e competências gerais de ensino (CITE 1), 2004/05



Fonte: Eurydice

Quadro 1.2b: Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de conhecimentos e competências gerais de ensino (CITE 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE de): Não existe formação de professores para o nível CITE 2 (os estudos são feitos na comunidade francófona da Bélgica ou no estrangeiro).

Bélgica (BE nl): A regulamentação superior para o nível CITE 2 apenas contempla os professores de Biologia.

República Checa, Grécia, Irlanda e Países Baixos: Não existem orientações programáticas ou normas de qualificação superiores neste domínio para a formação de professores. Os programas de formação de professores poderão, obviamente, ser influenciados por metas definidas a nível central ou por outros critérios não representados neste quadro.

Alemanha: Os dados baseiam-se parcialmente na regulamentação dos 16 Estados Federados (Länder).

Notas adicionais (Quadros 1.2a e 1.2b – Continuação)

Chipre: As disposições regulamentares superiores no nível CITE 2 apenas contemplam os professores de Física (não os de Biologia) no tocante a “teorias da aprendizagem, “utilização das TIC”, “gestão do processo de aprendizagem extensivo a toda a turma”, “avaliação dos alunos”, “integração do contexto sócio-cultural” e “trabalho em equipa”.

Malta: Não existem disposições regulamentares ou recomendações oficiais. A situação ilustrada refere-se à Faculdade de Educação (Universidade de Malta), que é a única instituição que oferece cursos de formação inicial de professores.

Áustria: Os dados para o nível CITE 2 abrangem a formação ministrada nas *Pädagogische Akademien*, que habilita os professores a leccionar nas escolas do tipo *Hauptschule*. Não existem disposições regulamentares nem recomendações em termos qualitativos para o âmbito específico da formação ministrada nas universidades, que habilita os professores a leccionar nas escolas do tipo *allgemein bildende höhere Schule*.

Eslovénia e Eslováquia: As disposições regulamentares nacionais abrangem, respectivamente, os Critérios para a Avaliação dos Programas de Formação de Professores e a Comissão de Acreditação.

Noruega: No nível CITE 1, as ciências são integradas nas ciências sociais. A partir de 2005/06, deixaram de existir disciplinas científicas obrigatórias no nível CITE 1.

Nota explicativa

- “Disposições regulamentares emanadas das autoridades educativas superiores” constituem requisitos obrigatórios (lei, decreto, despacho, etc.) de natureza prescritiva.
- “Recomendações emanadas das autoridades educativas superiores” constituem orientações oficiais mas não obrigatórias, de natureza consultiva.
- “Normas de qualificação” são definidas pela autoridade educacional central ou superior como o conjunto de competências fundamentais, conhecimentos relevantes e competências que um professor deverá possuir (o chamado “perfil do professor”) para obter o diploma de formação inicial para o ensino.
- “Contextos de aprendizagem significativos” são contextos passíveis de serem compreendidos pelos alunos.
- “Avaliação dos alunos” significa a avaliação destinada a medir a aquisição de conhecimentos e competências através de testes e exames (“avaliação sumativa”) ou a avaliação destinada a melhorar a aprendizagem como parte integrante do processo diário de ensino e aprendizagem (“avaliação formativa”).

É de registar que, para além das disposições regulamentares superiores, existem outras fontes (não representadas aqui) que influenciam o desenvolvimento dos conteúdos programáticos dos cursos de formação de professores (tais como, por exemplo, as metas de sucesso escolar dos alunos).

É especialmente importante ser sensível às variações entre géneros em termos de atitude e motivação e ter em consideração essas diferenças na sala de aula, visto que a investigação aponta para grandes diferenças entre a maioria dos rapazes e raparigas quanto ao que gostariam de aprender nas aulas de ciências, à forma como gostariam de ser ensinados e avaliados e mesmo em relação à sua atitude face à ciência (ver *“Investigação no domínio do ensino das ciências e formação de professores de ciências”*). No entanto, estes são os aspectos menos citados em orientações programáticas ou em normas de qualificação emanadas de nível superior como parte dos programas de formação de professores: nove sistemas educativos no nível CITE 1 e dez no nível CITE 2 não referem de todo este aspecto.

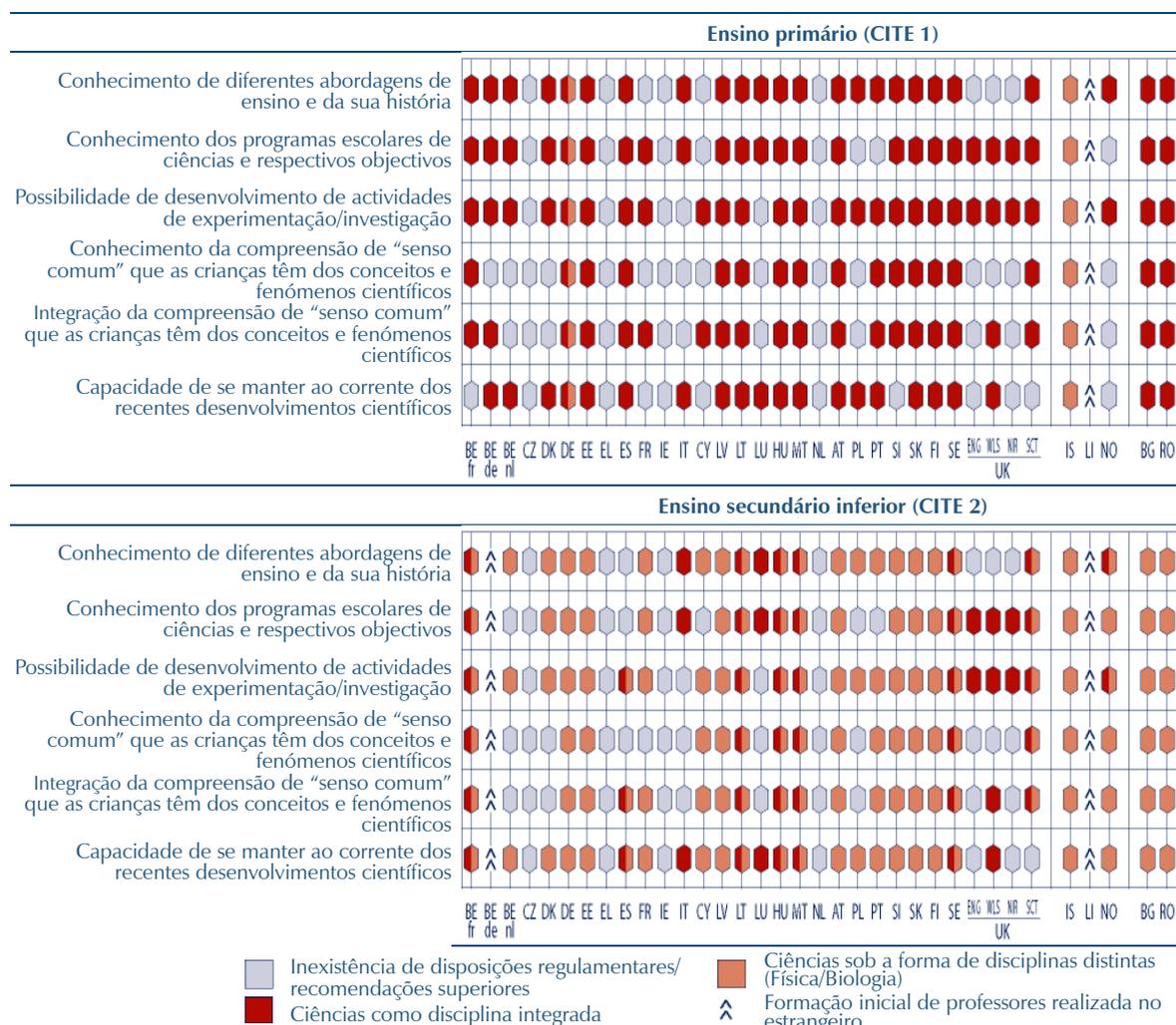
É maior o número de países que tem em conta as diferenças socioculturais no que se refere ao meio de proveniência dos alunos. Dos sistemas educativos dotados de orientações programáticas ou de normas de qualificação emanadas de nível superior, apenas cinco do nível CITE 1 e quatro do nível CITE 2 nada prevêm em termos da formação de professores neste aspecto.

1.2. Conhecimentos e Competências para o Ensino das Ciências

Em comparação com as competências pedagógicas gerais para o ensino acima ilustradas, as referências a competências específicas para o ensino das ciências são, de certo modo, menos frequentes nas orientações programáticas ou nas normas de qualificação emanadas de nível superior (ver Quadro 1.3).

Parecem existir muito poucas diferenças entre os programas de formação de professores dos níveis de ensino primário e secundário. Esta situação é, por conseguinte, semelhante à dos conhecimentos e competências gerais de ensino acima ilustrada.

Quadro 1.3: Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de conhecimentos e competências para o ensino de disciplinas específicas (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE de): Não existe formação de professores para o nível CITE 2 (os estudos são feitos na comunidade francófona da Bélgica ou no estrangeiro).

Bélgica (BE nl): A regulamentação superior para o nível CITE 2 apenas contempla os professores de Biologia.

República Checa, Grécia, Irlanda e Países Baixos: Não existem orientações programáticas ou normas de qualificação superiores neste domínio para a formação de professores. Os programas de formação de professores poderão, obviamente, ser influenciados por metas definidas a nível central ou por outros critérios não representados neste quadro.

Alemanha: Os dados baseiam-se parcialmente na regulamentação dos 16 *Länder*.

Itália: As disposições regulamentares superiores dizem respeito à formação de todos os professores e não a disciplinas específicas.

Chipre: As disposições regulamentares superiores no nível CITE 2 apenas contemplam os professores de Física (não os de Biologia) no tocante a "Conhecimento e integração da compreensão de senso comum das crianças" e "Capacidade para se manter ao corrente dos desenvolvimentos científicos recentes".

Malta: Não existem disposições regulamentares ou recomendações oficiais. A situação ilustrada refere-se à Faculdade de Educação (Universidade de Malta), que é a única instituição que oferece cursos de formação inicial de professores.

Áustria: Os dados para o nível CITE 2 abrangem a formação ministrada nas *Pädagogische Akademien*, que habilita os professores a leccionar nas escolas do tipo *Hauptschule*. Não existem disposições regulamentares nem recomendações em termos qualitativos para o âmbito específico da formação ministrada nas universidades, que habilita os professores a leccionar nas escolas do tipo *allgemein bildende höhere Schule*.

Notas adicionais (Quadro 1.3)

Polónia: As disposições regulamentares superiores para o nível CITE 2 apenas contemplam os professores de Física (não os de Biologia) no tocante à “Possibilidade de desenvolvimento de actividades de experimentação/investigação”.

Eslovénia e Eslováquia: As disposições regulamentares nacionais abrangem, respectivamente, os Critérios para a Avaliação dos Programas de Formação de Professores e a Comissão de Acreditação.

Noruega: No nível CITE 1, as ciências são integradas nas ciências sociais. A partir de 2005/06, deixaram de existir disciplinas científicas obrigatórias no nível CITE 1.

Nota explicativa

- “Disposições regulamentares emanadas das autoridades educativas superiores” constituem requisitos obrigatórios (lei, decreto, despacho, etc.) de natureza prescritiva.
- “Recomendações emanadas das autoridades educativas superiores” constituem orientações oficiais mas não obrigatórias, de natureza consultiva.
- “Normas de qualificação” são definidas pela autoridade educativa central ou superior como o conjunto de competências fundamentais, conhecimentos relevantes e competências que um professor deverá possuir (o chamado “perfil do docente”) para obter o diploma de formação inicial para o ensino.
- “Compreensão de senso comum de conceitos e fenómenos científicos” corresponde a formas de raciocínio espontâneo e pré-científico que diferem muito do raciocínio científico. Estas formas de raciocínio deram azo a explicações de fenómenos designados por concepções/representações incipientes, ou compreensão de senso comum.
- “Experimentação/investigação” refere-se ao trabalho baseado em experiências que inicia os estudantes/alunos nos diferentes processos e actividades que conduzem à formulação de um problema e de uma hipótese ou modelo científico, à recolha de dados, à realização de experiências apropriadas e à análise e apresentação de resultados.

É de registar que, para além das disposições regulamentares superiores, existem outras fontes (não representadas aqui) que influenciam o desenvolvimento dos conteúdos programáticos dos cursos de formação de professores (tais como, por exemplo, as metas de sucesso escolar dos alunos).

As actividades científicas de experimentação/investigação constam com muita frequência nas orientações programáticas ou nas normas de qualificação superiores para ambos os níveis de ensino. Na Noruega, são mesmo o único aspecto mencionado nas orientações emanadas de nível superior (em conjunto com o conhecimento de diferentes abordagens de ensino). A Itália e o Luxemburgo apenas se referem a este tipo de actividades no nível CITE 1.

Um outro domínio a que é dada ampla cobertura é o do conhecimento de diferentes abordagens de ensino (em ciências) e sua história, em conjunto com o conhecimento do programa escolar e respectivos objectivos. As orientações programáticas emanadas de nível superior garantem que os futuros professores de ciências recebem formação neste domínio em quase todos os sistemas educativos.

Para uma maior eficácia, o ensino das ciências nas escolas deverá ser sensível à compreensão de “senso comum” que as crianças têm dos fenómenos científicos (ou seja, o raciocínio espontâneo ou pré-científico que conduz a representações ou concepções incipientes dos fenómenos). Essa necessidade foi demonstrada de forma conclusiva em numerosas investigações, que sublinham a diversidade de formas como as crianças vêem e interpretam o mundo que as rodeia (ver *“Investigação no domínio do ensino das ciências e formação de professores de ciências”*). O conhecimento das implicações deste facto e a capacidade de ter em conta essa compreensão de “senso comum” na sala de aula e no laboratório de ciências são, contudo, aspectos que se encontram ausentes nas orientações programáticas ou nas normas de qualificação emanadas de nível superior em 13 sistemas educativos no caso do nível CITE 1 e em 11 no caso do nível CITE 2.

Por fim, a importância de estar ao corrente dos desenvolvimentos científicos é reconhecida praticamente em todos os países em ambos os níveis de ensino, embora na Bélgica (comunidade francófona), em França, em Chipre, na Eslovénia e no Reino Unido (Escócia) apenas os professores do nível CITE 2 sejam abrangidos por este requisito.

1.3. Conhecimentos e Competências Científicos

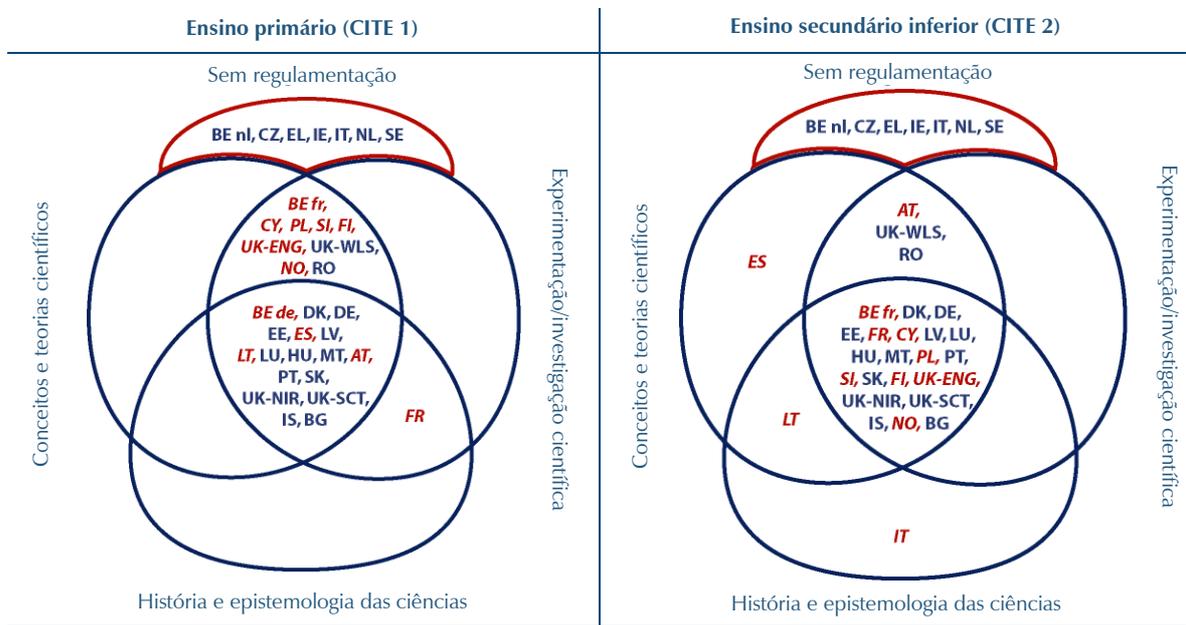
Para ensinar ciências não basta obviamente dispor das competências didácticas exigidas, sendo igualmente necessário um conhecimento sólido das disciplinas a leccionar. Nesta terceira secção é dada maior ênfase ao conhecimento científico como tal do que às competências de ensino. O Quadro 1.4 apresenta um panorama geral das orientações programáticas ou normas de qualificação superiores no respeitante a três dimensões principais (conceitos e teorias científicos, história e epistemologia das ciências, experimentação/investigação científica), enquanto o Quadro 1.5 fornece informação mais pormenorizada no tocante aos tipos de actividades de experimentação ou investigação científica oferecidas na formação de professores.

Quase todos os sistemas educativos dotados de orientações superiores fazem referência ao conhecimento de conceitos e teorias na área das ciências. As únicas excepções são a comunidade flamenga da Bélgica, a França (CITE 1), a Itália e a Suécia. Estes países (excepto a França), juntamente com a Espanha e a Lituânia (ambos no nível CITE 2), também não dispõem de orientações sobre actividades científicas de tipo experimental ou de investigação. Assim, conclui-se que os dois primeiros domínios se encontram sobejamente cobertos nas orientações superiores sobre formação de professores existentes na Europa.

A situação é quase idêntica no tocante ao conhecimento da história e epistemologia das ciências, já que, em quase metade dos sistemas educativos, este aspecto também é mencionado nas respectivas orientações programáticas ou normas de qualificação superiores (note-se que se trata do único domínio coberto pelas orientações italianas (no nível CITE 2)). Importa registar igualmente que, em Chipre e na Polónia, onde existem disposições diferenciadas para a Física e a Biologia no nível CITE 2, a história e epistemologia das ciências são contempladas na formação de professores no caso da Física, mas não da Biologia.

De um modo geral, a situação é a mesma, independentemente de se tratar de formação para professores dos níveis CITE 1 ou 2, embora nalguns casos (comunidade francófona da Bélgica, Itália, Chipre, Polónia, Finlândia, Reino Unido (Inglaterra) e Noruega (sem ciências integradas)), a história e epistemologia das ciências apenas sejam cobertas no nível CITE 2. Em Espanha e na Áustria, porém, a cobertura é mais abrangente no nível CITE 1. Em Espanha, esta situação deve-se ao facto de estes domínios já se encontrarem cobertos na componente geral da formação de professores (no modelo sequencial).

Quadro 1.4: Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de conhecimentos e competências na área das Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Diferenças entre os níveis CITE 1 e 2

Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE de): Não existe formação de professores para o nível CITE 2 (os estudos são feitos na comunidade francófona da Bélgica ou no estrangeiro).

República Checa, Grécia, Irlanda e Países Baixos: Não existem orientações programáticas ou normas de qualificação superiores neste domínio para a formação de professores. Os programas de formação de professores poderão, obviamente, ser influenciados por metas definidas a nível central ou por outros critérios não representados neste quadro.

Alemanha: Os dados baseiam-se em parte na regulamentação de cada um dos 16 *Länder*.

Lituânia: Os conhecimentos e as competências em matéria de experimentação/investigação científica no nível CITE 1 apenas se aplicam à formação de professores não universitária (CITE 5B).

Malta: Não existem disposições regulamentares ou recomendações oficiais. A situação ilustrada refere-se à Faculdade de Educação (Universidade de Malta), que é a única instituição que oferece cursos de formação inicial de professores.

Áustria: Os dados para o nível CITE 2 abrangem a formação ministrada nas *pädagogische Akademien*, que habilita os professores a leccionar nas escolas do tipo *Hauptschule*. Não existem disposições regulamentares nem recomendações em termos qualitativos para o âmbito específico da formação ministrada nas universidades, que habilita os professores a leccionar nas escolas do tipo *allgemein bildende höhere Schule*.

Eslovénia e Eslováquia: As disposições regulamentares nacionais abrangem, respectivamente, os Critérios para a Avaliação dos Programas de Formação de Professores e a Comissão de Acreditação.

Liechtenstein: A formação de professores é realizada no estrangeiro.

Noruega: No nível CITE 1, as ciências são integradas nas ciências sociais. A partir de 2005/06, deixaram de existir disciplinas científicas obrigatórias no nível CITE 1.

Nota explicativa

- “Disposições regulamentares emanadas das autoridades educativas superiores” constituem requisitos obrigatórios (lei, decreto, despacho, etc.) de natureza prescritiva.
- “Recomendações emanadas das autoridades educativas superiores” constituem orientações oficiais mas não obrigatórias, de natureza consultiva.
- “Normas de qualificação” são definidas pela autoridade educativa central ou superior como o conjunto de competências fundamentais, conhecimentos relevantes e competências que um professor deverá possuir (o chamado “perfil do professor”) para obter o diploma de formação inicial para o ensino.

Nota explicativa (Quadro 1.4 – Continuação)

- “Experimentação/investigação científica” refere-se ao trabalho baseado em experiências que inicia os estudantes/alunos nos diferentes processos e actividades que conduzem à formulação de um problema e de uma hipótese ou modelo científico, à recolha de dados, à realização de experiências apropriadas e à análise e apresentação de resultados.

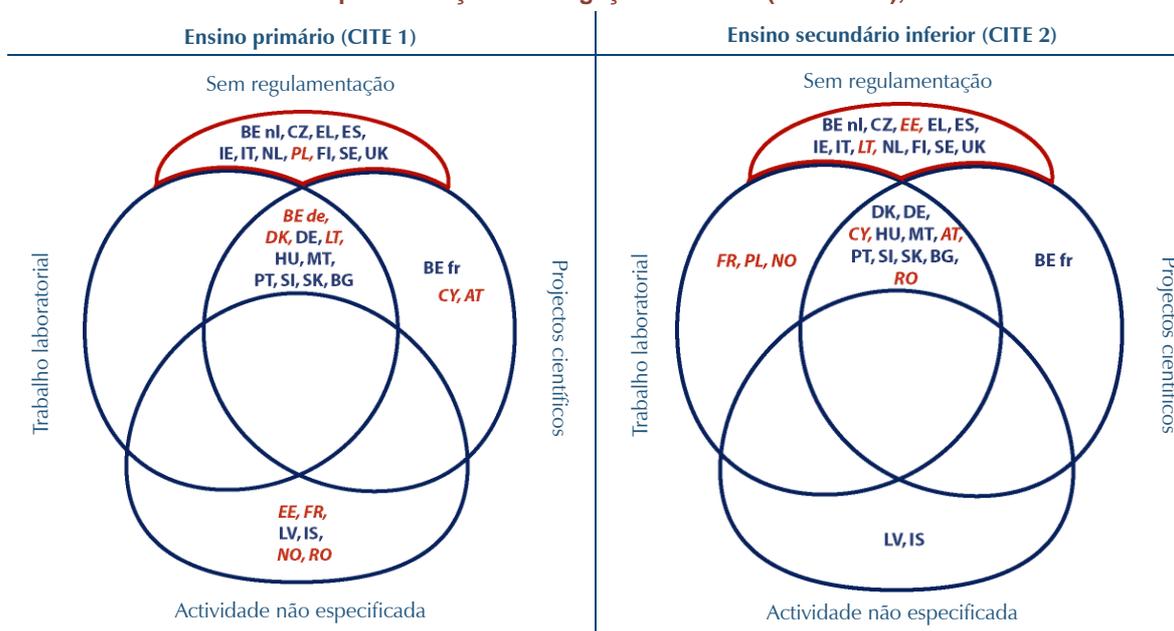
É de registar que, para além das disposições regulamentares superiores, existem outras fontes (não representadas aqui) que influenciam o desenvolvimento dos conteúdos programáticos dos cursos de formação de professores (tais como, por exemplo, as metas de sucesso escolar dos alunos).

A questão de saber se a formação inicial de professores capacita os professores especialistas e generalistas com competências no domínio da experimentação e investigação científicas continuou a ser explorada, a fim de se analisar os tipos de actividade científica que os formandos (estagiários) desenvolvem (Quadro 1.5).

De alguma forma, o trabalho de projecto constitui um elemento amplamente difundido na formação de professores de ciências: em quase metade dos sistemas educativos que possuem orientações programáticas ou normas de qualificação superiores é prevista uma formação prática (estágio) dos professores (CITE 1), que inclui a realização de projectos no domínio das ciências. Uma outra actividade relacionada com as ciências, que é por vezes incluída na formação prática dos professores que dão aulas de ciências ao ensino primário, é o trabalho laboratorial, embora seja um pouco menos difundida: dez sistemas educativos prevêem este tipo de actividade a par da realização de projectos. Seis outros sistemas educativos fazem referência ao requisito de desenvolvimento de actividades de experimentação e investigação científicas, sem as especificar. Isto significa que, de acordo com as orientações programáticas ou normas de qualificação superiores, alguns formandos que irão dar aulas ao nível CITE 1 poderão não ser obrigados a receber formação prática para aquisição de competências experimentais ou investigativas no domínio das ciências, porque em quase metade dos sistemas educativos não é feita qualquer referência a este tipo de formação nas respectivas orientações programáticas ou nas normas de qualificação superiores. Talvez esta situação se deva ao facto de muitos professores do nível CITE 1 serem generalistas. São formados para leccionar todas, ou quase todas as disciplinas do programa curricular e não possuem forçosamente uma especialização em ciências.

No ensino secundário, muitos professores de ciências são especialistas, o que se torna evidente nos requisitos superiores em matéria de actividades experimentais/investigativas. O trabalho laboratorial é exigido em 15 sistemas educativos. Em Chipre e na Polónia, os professores estagiários de Física devem realizar trabalho laboratorial, ou, em alternativa, estagiar num laboratório de pesquisa. Esta segunda via constitui igualmente uma opção na Roménia e na Bulgária. A realização de projectos no domínio das ciências é exigida em 13 sistemas educativos, sendo que alguns países não especificam o tipo de actividade exigido.

Quadro 1.5: Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de competências a nível da experimentação/investigação científica (CITE 1 e 2), 2004/05



Diferenças entre os níveis CITE 1 e 2

Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE de): Não existe formação de professores para o nível CITE 2 (os estudos são feitos na comunidade francófona da Bélgica ou no estrangeiro).

República Checa, Grécia, Irlanda e Países Baixos: Não existem orientações programáticas ou normas de qualificação superiores neste domínio para a formação de professores. Os programas de formação de professores poderão, obviamente, ser influenciados por metas definidas a nível central ou por outros critérios não representados neste quadro.

Alemanha: Os dados baseiam-se em parte na regulamentação de cada um dos 16 *Länder*.

Lituânia: Os dados apenas se referem à formação de professores não universitária (CITE 5B).

Luxemburgo: Dados não disponíveis.

Malta: Não existem disposições regulamentares ou recomendações oficiais. A situação ilustrada refere-se à Faculdade de Educação (Universidade de Malta), que é a única instituição que oferece cursos de formação inicial de professores.

Áustria: Os dados para o nível CITE 2 abrangem a formação ministrada nas *pädagogische Akademien*, que habilita os professores a leccionar nas escolas do tipo *Hauptschule*. Não existem disposições regulamentares nem recomendações em termos qualitativos para o âmbito específico da formação ministrada nas universidades, que habilita os professores a leccionar nas escolas do tipo *allgemein bildende höhere Schule*.

Eslovénia e Eslováquia: As disposições regulamentares nacionais abrangem, respectivamente, os Critérios para a Avaliação dos Programas de Formação de Professores e a Comissão de Acreditação.

Reino Unido (Inglaterra/País de Gales/Irlanda do Norte): As instituições que ministram cursos de formação inicial de professores deverão garantir que os professores conhecem e percebem o programa curricular oficial dos alunos, incluindo os respectivos requisitos em termos de experimentação e investigação científicas.

Liechtenstein: A formação de professores é realizada no estrangeiro.

Noruega: No nível CITE 1, as ciências são integradas nas ciências sociais. A partir de 2005/06, deixaram de existir disciplinas científicas obrigatórias no nível CITE 1.

Nota explicativa

- “Disposições regulamentares emanadas das autoridades educativas superiores” constituem requisitos obrigatórios (lei, decreto, despacho, etc.) de natureza prescritiva.
- “Recomendações emanadas das autoridades educativas superiores” constituem orientações oficiais mas não obrigatórias, de natureza consultiva.

Nota explicativa (Quadro 1.5 – Continuação)

- O “trabalho laboratorial” é realizado num laboratório ou noutra local, como parte de um curso de ciências. Poderá tratar-se de tarefas de rotina (incluindo, por exemplo, simples observações ou medições), ou possuir algum elemento que lhe confira o carácter de investigação.
- O “trabalho de projecto científico” envolve o trabalho experimental ou de outro tipo, realizado em laboratório ou noutra local, possuindo sempre o carácter de investigação.

É de registar que, para além das disposições regulamentares superiores, existem outras fontes (não representadas aqui) que influenciam o desenvolvimento dos conteúdos programáticos dos cursos de formação de professores (tais como, por exemplo, as metas de sucesso escolar dos alunos).

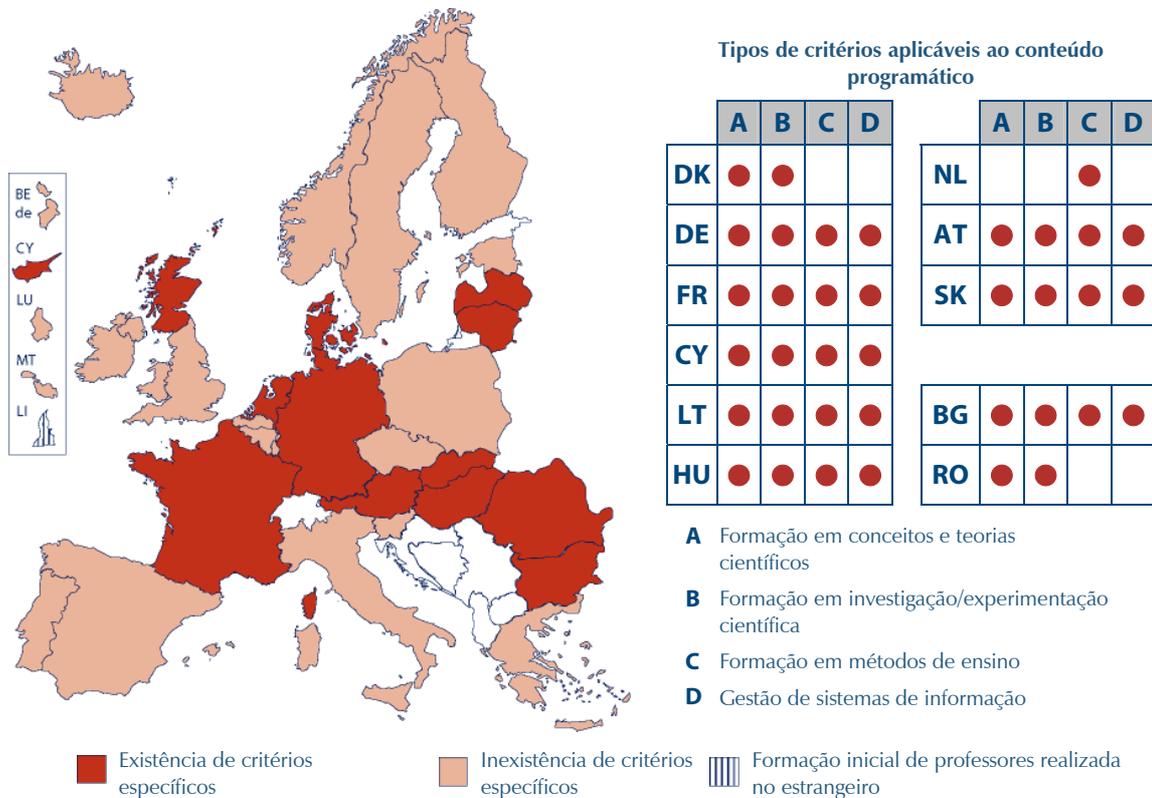
A informação apresentada nestas três primeiras secções demonstra que as disposições regulamentares, as recomendações ou as normas de qualificação emanadas das autoridades educativas de nível superior influenciam de forma determinante o conteúdo da formação de professores de ciências, não apenas em termos de competências pedagógicas gerais, mas também em termos de competências e conhecimentos mais específicos das ciências enquanto disciplina. Tal aplica-se a ambos os níveis de ensino (ligeiramente mais ao nível CITE 2 do que ao nível CITE 1) e às três disciplinas de ciências – Ciências integradas, Física e Biologia – abrangidas pela recolha de dados. As orientações programáticas ou normas de qualificação de nível superior caracterizam-se, deste modo, por uma ampla uniformidade de tratamento. Tal não constitui, talvez, uma surpresa, pressupondo que estas orientações estabelecem um enquadramento geral para a formação de professores que é subseqüentemente preenchido e consubstanciado através dos programas desenvolvidos pelas diferentes instituições de formação de professores.

1.4. Critérios de Acreditação Específicos

Em muitos países europeus, os estabelecimentos de ensino superior gozam de grande ou, nalguns casos, de total autonomia de gestão. A acreditação é um dos meios adoptados pelas autoridades educativas centrais ou de nível superior para garantir o cumprimento de determinadas normas de qualidade na formação prestada a nível do ensino superior. A acreditação constitui, pois, um processo através do qual as autoridades legislativas e profissionais avaliam se uma instituição ou um programa cumpre as normas de qualidade pré-definidas, autorizando a oferta de um curso em particular e a concessão da qualificação correspondente.

O objectivo da presente secção não consiste em tratar dos critérios de acreditação em geral, mas em examinar se existem critérios específicos aplicáveis à formação inicial de professores habilitados para o ensino das ciências nos níveis primário e secundário inferior.

Quadro 1.6: Critérios de acreditação específicos aplicáveis aos programas de formação inicial de professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE de): Não existe formação de professores para o nível CITE 2 (os estudos são feitos na comunidade francófona da Bélgica ou no estrangeiro).

Lituânia: A informação refere-se unicamente a programas oferecidos por estabelecimentos do ensino superior não universitário (institutos politécnicos). Não existem critérios de acreditação específicos para os programas de formação inicial de professores oferecidos pelas universidades.

Áustria: Os critérios A, B, C e D apenas dizem respeito aos programas de formação das *Pädagogische Akademien*.

Roménia: A informação refere-se unicamente à formação de professores no nível CITE 5. Em relação às disposições aplicáveis ao nível CITE 3 (*Liceu pedagogic*), os critérios referem-se ao conteúdo programático, que deverá respeitar as normas nacionais, bem como à qualidade da formação oferecida. Também dizem respeito à avaliação dos alunos.

Nota explicativa

Acreditação: Um processo através do qual as autoridades em matéria legislativa e profissional avaliam se uma instituição ou programa cumpre normas de qualidade pré-determinadas, autorizando a oferta de uma forma específica de formação (de professores) e a concessão das qualificações correspondentes.

Na Europa, treze sistemas educativos dispõem de critérios de acreditação para programas de formação inicial de professores (incluindo a qualificação final “em serviço”, ou a fase de indução nalguns países) que se destinam especificamente a programas para futuros professores de ciências. Esses critérios poderão ter a ver com diferentes aspectos, incluindo o conteúdo programático, o apoio prestado aos formandos pelo pessoal docente, ou, mais especificamente, questões organizacionais.

Em todos os países, à excepção da Letónia e do Reino Unido (Escócia), os critérios prendem-se com o conteúdo dos programas de formação. Em França, por exemplo, os *Instituts Universitaires de Formation*

des Maîtres (IUFMs, ou institutos universitários de formação de professores) devem respeitar todo um conjunto de obrigações, abrangendo os três aspectos da formação (estágio, ensino e trabalho pessoal).

Os critérios de acreditação respeitantes ao conteúdo programático relacionam-se com aspectos fundamentais da formação inicial de professores de ciências, nomeadamente, a formação em conceitos e teorias científicas, a formação em experimentação ou investigação científica, a formação em métodos de ensino e, em menor escala, em gestão de sistemas de informação.

CAPÍTULO 2

FORMADORES DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Introdução

A componente profissional da formação inicial de professores destina-se a proporcionar aos futuros professores os conhecimentos teórico-práticos gerais e especializados de que estes irão necessitar na sua futura profissão. Além dos cursos de metodologia e psicologia ministrados pelos formadores de professores, a formação inclui igualmente períodos de ensino na sala de aula, que são supervisionados pelo professor responsável pela turma em causa e avaliados periodicamente pelo pessoal docente da instituição de formação.

O presente capítulo examina as disposições regulamentares ou recomendações emanadas das autoridades educativas a nível central ou superior, no tocante às habilitações e à experiência profissional dos responsáveis pela componente profissional da formação inicial dos futuros professores de ciências.

A primeira secção trata dos formadores de professores que trabalham em instituições de formação inicial de professores e que, no âmbito da formação profissional, ministram cursos orientados para os aspectos teóricos. A segunda secção centra-se nas entidades que, nas escolas, são responsáveis pela orientação ou supervisão de candidatos a professores na sua formação prática no âmbito de estágios, durante a formação inicial e/ou numa fase final de qualificação “em serviço”, ou fase de indução.

Em quase todos os países, os candidatos a professores de ciências são obrigados a estagiar numa escola durante a sua formação inicial e/ou fase de qualificação final “em serviço”. Na Grécia, onde as instituições de formação inicial de professores podem decidir livremente sobre esta matéria, a realização desses estágios não é obrigatória.

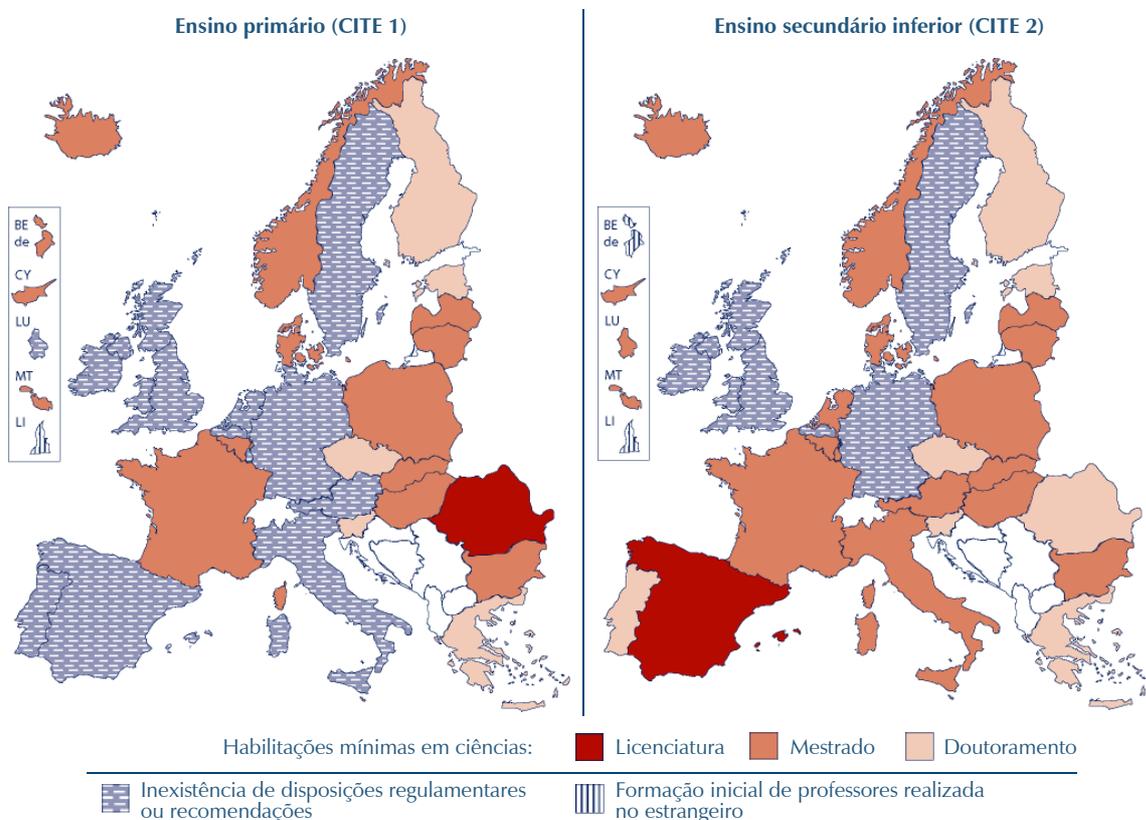
2.1. Formadores em Instituições de Formação Inicial de Professores

Níveis de Qualificação em Ciências

Em cerca de 20 sistemas educativos, o nível de qualificação em estudos superiores de ciências exigido aos formadores responsáveis pela componente profissional da formação de professores de ciências é especificado em disposições regulamentares ou recomendações. Na maioria dos casos, é exigido o grau de mestre. Contudo, em Espanha (CITE 2) e na Roménia (CITE 1), as habilitações exigidas são uma licenciatura em ciências, enquanto na Estónia, na Grécia, em Portugal, na Roménia (CITE 2), na República Checa, na Eslovénia e na Finlândia se exige um doutoramento numa área científica.

Em Espanha, em Itália, no Luxemburgo, nos Países Baixos, na Áustria e em Portugal, não existe regulamentação aplicável à qualificação em ciências dos professores responsáveis pela componente profissional da formação de professores de ciências do ensino primário, embora sejam aplicáveis medidas correspondentes aos formadores de professores do ensino secundário inferior. A Espanha exige habilitações do nível *Bachelor* (licenciatura), a Itália, o Luxemburgo, os Países Baixos e a Áustria exigem um *Master* (grau de mestrado) e Portugal exige um doutoramento, no caso das universidades.

Quadro 2.1: Habilitações mínimas no domínio das Ciências exigidas aos formadores responsáveis pela formação inicial de professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE de): Os cursos de formação inicial de professores do ensino secundário são ministrados fora da comunidade germanófona. A maior parte dos professores recebe a sua formação na comunidade francófona da Bélgica.

Letónia: Os titulares de uma licenciatura, com suficiente experiência no domínio das ciências ou como professores de ciências têm direito, por lei, a ocupar cargos como formadores responsáveis pela formação profissional inicial dos professores de ciências.

Malta: Não existem disposições regulamentares ou recomendações oficiais. A situação ilustrada refere-se à Faculdade de Educação (Universidade de Malta), que é a única instituição que oferece cursos de formação inicial de professores. A universidade exige a todo o pessoal docente a obtenção de um doutoramento no caso de ainda não o terem.

Portugal: Os Institutos Politécnicos não possuem quaisquer disposições regulamentares ou recomendações quanto às habilitações mínimas em ciências que os formadores de professores (do nível CITE 1) deverão possuir. Nas universidades é exigido um doutoramento.

Roménia: No caso do nível CITE 1, as informações disponíveis referem-se unicamente ao pessoal docente das instituições de formação para o ensino secundário superior (CITE 3). No caso do nível CITE 2, as informações referem-se ao pessoal docente dos institutos que dão formação a professores (CITE 5B), assim como ao pessoal docente de estabelecimentos do ensino superior do nível CITE 5A.

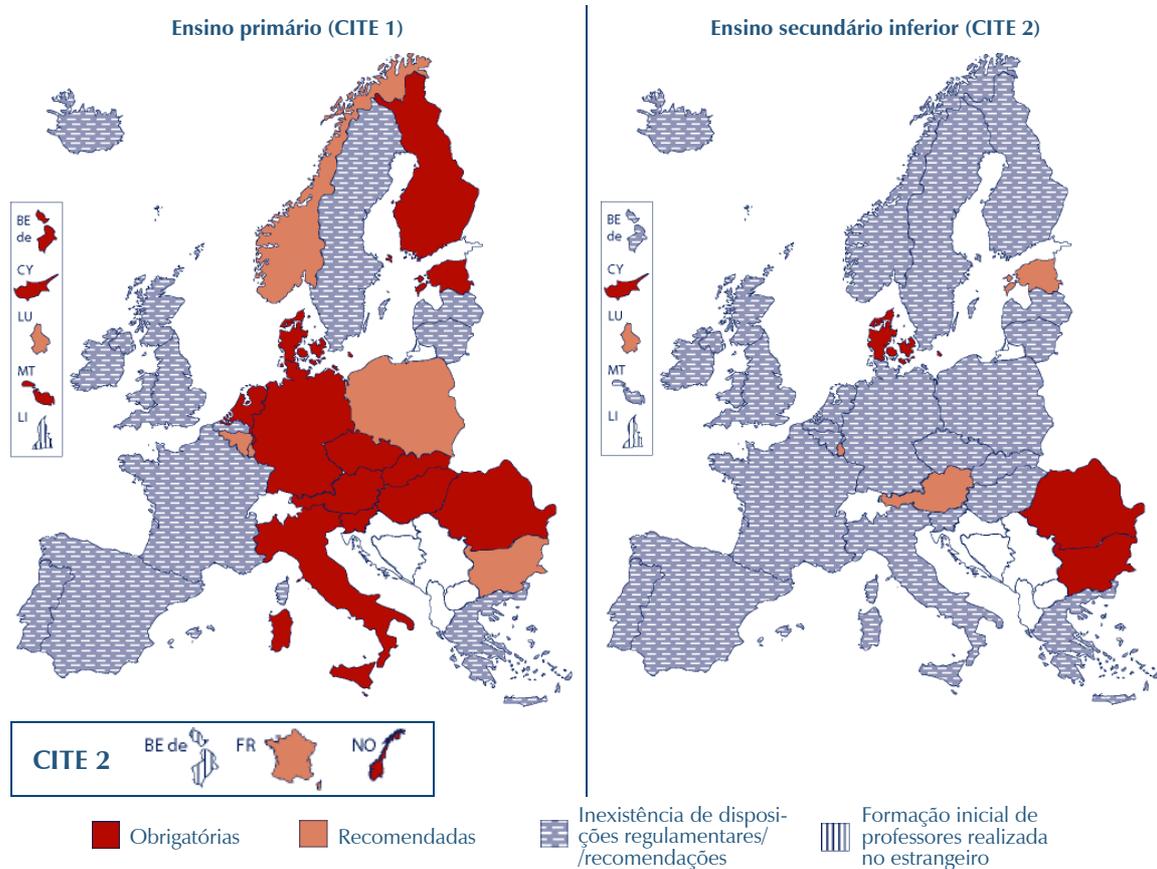
Nota explicativa

Qualificação: Diploma ou certificado concedido por uma instituição de formação de professores e/ou pelas autoridades educativas a nível central ou superior, como prova do reconhecimento oficial das competências e dos conhecimentos do seu titular.

Qualificações para o Ensino

As qualificações para o ensino estão, na maioria dos países, igualmente previstas em disposições regulamentares ou recomendações. Em 14 sistemas educativos, são exigidas qualificações para o ensino aos responsáveis pela componente profissional da formação de futuros professores de ciências do ensino primário e, em cinco outros, recomenda-se a titularidade das mesmas.

Quadro 2.2: Qualificações pedagógicas e de formação de professores exigidas aos responsáveis pela formação profissional inicial de professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE de): Os cursos de formação inicial de professores do ensino secundário são ministrados fora da comunidade germanó-fona. A maior parte dos professores recebe a sua formação na comunidade francófona da Bélgica.

Letónia: Os formadores de professores têm de fazer cursos enquanto estão em serviço nas escolas, durante os quais desenvolvem os seus conhecimentos de psicologia, didáctica e educação em geral. Nesses cursos têm igualmente a oportunidade de desenvolver as suas competências numa área de investigação científica da sua preferência.

Malta: Não existem disposições regulamentares nem recomendações oficiais. A situação ilustrada refere-se à Faculdade de Educação (Universidade de Malta), que é a única instituição que oferece cursos de formação inicial de professores.

Áustria: Para o nível CITE 2, a situação ilustrada refere-se às recomendações aplicáveis às qualificações dos formadores de professores das escolas da categoria *Hauptschule*. Não existem recomendações aplicáveis às qualificações didáticas dos formadores que intervêm na componente profissional da formação inicial de professores das escolas da categoria *allgemein bildende höhere Schulen*.

Roménia: No caso do nível CITE 1, as informações disponíveis referem-se unicamente ao pessoal docente das instituições de formação para o ensino secundário superior (CITE 3). No caso do nível CITE 2, as informações referem-se ao pessoal docente dos institutos de formação de professores (CITE 5B), assim como das instituições de ensino superior a nível CITE 5A.

Nota explicativa

Qualificações em ensino: Um grau académico, diploma ou certificado de habilitações na área da educação e do ensino. Estas qualificações são atribuídas por uma instituição de formação de professores e/ou pelas autoridades educativas a nível central ou superior, como prova do reconhecimento oficial das competências e dos conhecimentos do seu titular.

Qualificações como formador de professores: Um grau académico, diploma ou certificado de habilitações que atesta que o respectivo titular possui os conhecimentos e as competências necessários para formar professores. São atribuídas por uma instituição de formação de professores e/ou pelas autoridades educativas a nível central ou superior, como prova do reconhecimento oficial das competências e dos conhecimentos do seu titular.

Por oposição ao que se verifica no caso das qualificações científicas e pedagógicas, apenas uma minoria de países possui disposições regulamentares respeitantes às qualificações específicas dos formadores de professores. Essas qualificações apenas são obrigatórias em dois países da Europa Central (Bulgária e Roménia), bem como na Dinamarca e em Chipre no caso dos formadores de professores do ensino primário e secundário inferior. Três outros países recomendam que os formadores de professores possuam as referidas qualificações.

Na Bélgica (comunidade germanófono), um decreto de Junho de 2005 permite aos professores do ensino primário com um mínimo de dez anos de experiência tornarem-se eles próprios formadores de professores numa instituição de ensino superior não-universitário na área de estudos de educação na qual são formados os professores do ensino primário. O decreto permite, assim, a professores sem qualificação universitária a colocação numa instituição de ensino superior. Na comunidade francófono, também os professores do ensino primário e secundário podem, em determinadas circunstâncias, ser colocados numa instituição de ensino superior não-universitário. Desde Janeiro de 2005, a República Checa exige aos formadores de professores um doutoramento em Educação.

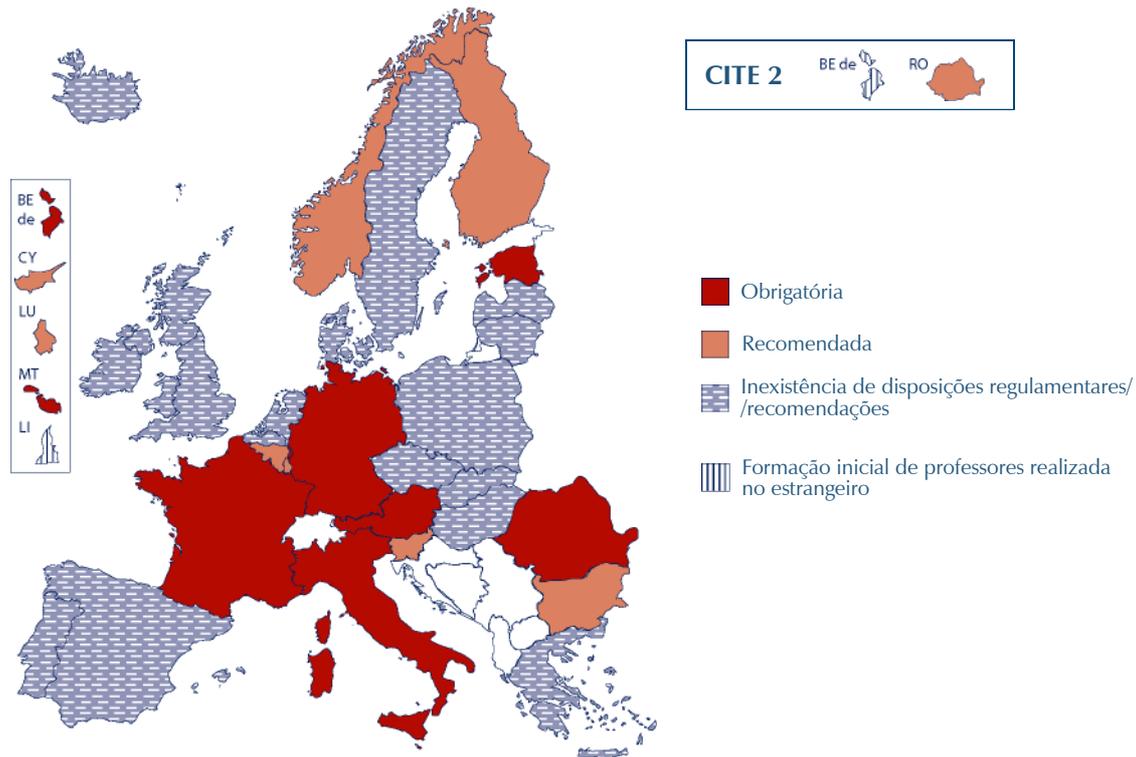
Na República Checa, na Estónia e na Lituânia, a regulamentação aplica-se também aos programas de formação. Assim, nesses países, as disposições regulamentares especificam a carga horária (República Checa e Estónia), ou o número de disciplinas (Lituânia) que deverão ser leccionadas por professores com um doutoramento ou que realizam trabalho de investigação.

Em países onde os estabelecimentos do ensino superior gozam de grande independência e onde existem relativamente poucas disposições regulamentares respeitantes às qualificações específicas dos formadores de professores, as autoridades educativas a nível central ou superior podem emitir outros tipos de recomendações para garantir a qualidade dos serviços prestados por esses estabelecimentos. Por exemplo, na Suécia, existe uma lei que prevê a necessidade de dispor de formadores de professores experientes e especialmente bem qualificados. No Reino Unido (Inglaterra), a necessidade de dispor de um número suficiente de professores qualificados constitui um dos critérios de acreditação que deverão ser respeitados pelas instituições que ministram cursos de formação de professores.

Experiência Profissional

Cerca de 15 países dispõem de disposições regulamentares que exigem ou recomendam que os formadores de professores possuam eles próprios experiência como professores. A este respeito, existem poucas diferenças nas exigências que se colocam aos formadores de professores do ensino primário e aos formadores de professores do ensino secundário inferior.

Quadro 2.3: Experiência de ensino exigida aos formadores responsáveis pela formação profissional inicial de professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE de): Os cursos de formação inicial de professores do ensino secundário são ministrados fora da comunidade germanó-fona. A maior parte dos professores recebe a sua formação na comunidade francófona da Bélgica.

Letónia: É exigida aos formadores que não possuem mais do que uma licenciatura experiência adquirida como professores, ou, num âmbito mais lato, na área das ciências

Malta: Não existem disposições regulamentares nem recomendações oficiais. A situação ilustrada refere-se à Faculdade de Educação (Universidade de Malta), que é a única instituição que oferece cursos de formação inicial de professores.

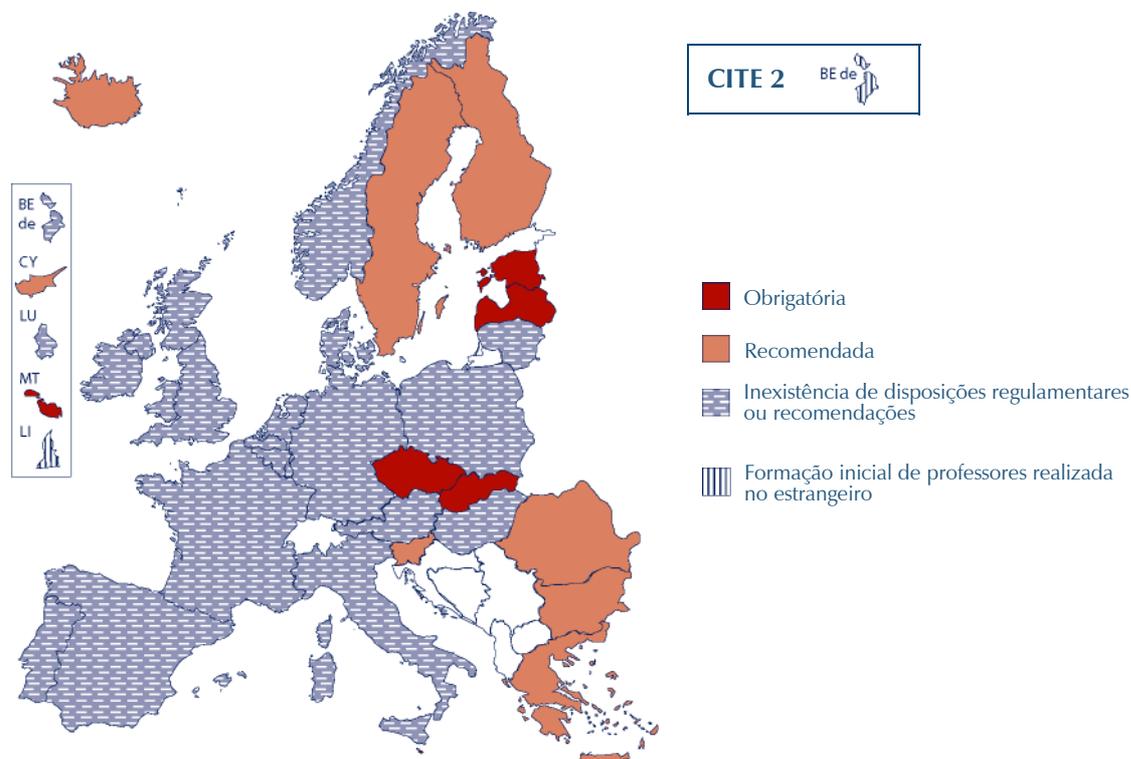
Áustria: Não existem recomendações respeitantes à experiência profissional no ensino dos formadores que intervêm na componente profissional da formação inicial de professores das escolas da categoria *allgemein bildende höhere Schulen*. Para o nível CITE 2, a situação ilustrada refere-se às recomendações aplicáveis aos formadores de professores das escolas da categoria *Hauptschule*.

Roménia: No caso do nível CITE 1, as informações disponíveis referem-se unicamente ao pessoal docente das instituições de formação para o ensino secundário superior (CITE 3). No caso do nível CITE 2, as informações referem-se ao pessoal docente dos institutos que dão formação a professores (CITE 5B), assim como ao pessoal docente de estabelecimentos do ensino superior do nível CITE 5A.

Em menos de metade de todos os países existem disposições regulamentares sobre a necessidade de possuir experiência em investigação na área da educação. Essa experiência é obrigatória em quatro países da Europa Central, nomeadamente na República Checa, na Estónia, na Letónia e na Eslováquia, bem como

em Malta. Além disso, em certos países como a Polónia e a Noruega, recomenda-se que os formadores de professores possuam alguma experiência na elaboração de compêndios escolares de ciências.

Quadro 2.4: Experiência em investigação na área da educação dos formadores responsáveis pela componente profissional da formação inicial de professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE de): Os cursos de formação inicial de professores do ensino secundário são ministrados fora da comunidade germanófona. A maior parte dos professores recebe a sua formação na comunidade francófona da Bélgica.

Hungria: A experiência em investigação na área da educação tornou-se obrigatória ao abrigo da nova lei sobre o ensino superior que entrou em vigor em 1 de Março de 2006.

Malta: Não existem disposições regulamentares nem recomendações oficiais. A situação ilustrada refere-se à Faculdade de Educação (Universidade de Malta), que é a única instituição que oferece cursos de formação inicial de professores.

Roménia: No caso do nível CITE 1, as informações disponíveis referem-se unicamente ao pessoal docente dos institutos de formação de professores (CITE 5B). Não existem disposições regulamentares aplicáveis a quem trabalha em instituições de formação do nível secundário superior (CITE 3) e dá formação a alguns professores do nível CITE 1. No caso do nível CITE 2, as informações referem-se ao pessoal docente dos institutos de formação de professores (CITE 5B) assim como ao pessoal docente dos estabelecimentos do ensino superior do nível CITE 5A.

Nota explicativa

A experiência em causa pode ter sido adquirida antes da colocação como formador, ou quando os formadores já se encontram ao serviço.

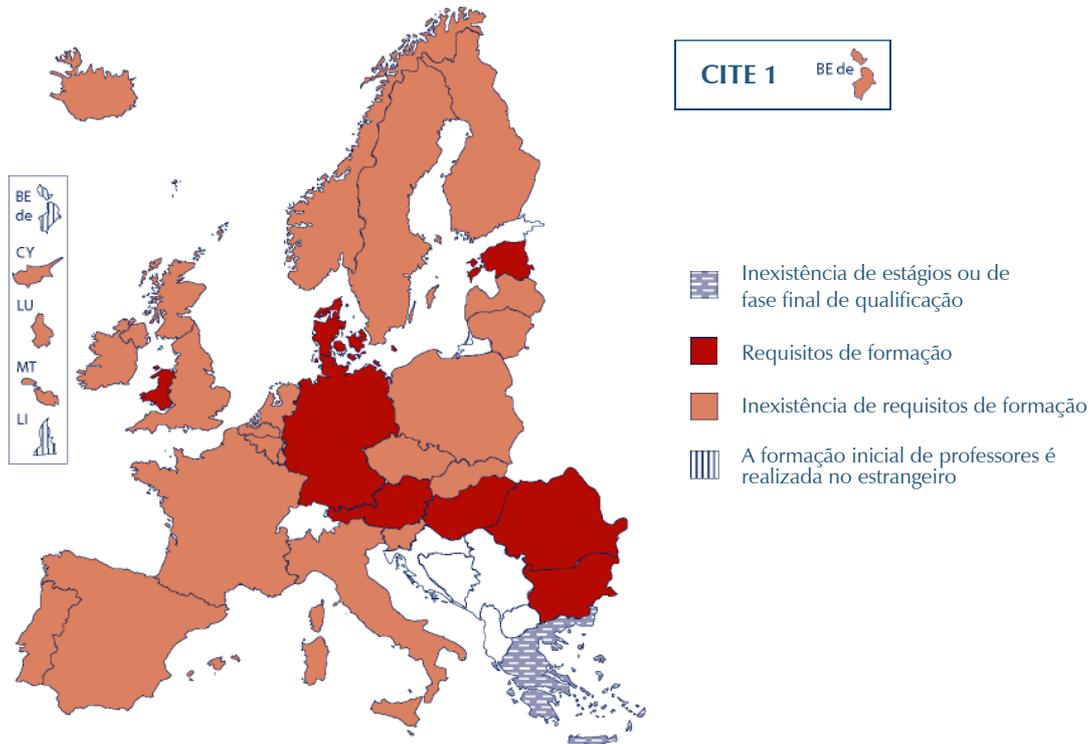
De um modo mais geral, a experiência e as qualificações dos professores universitários constituem actualmente matéria de discussão na Estónia. Nesse país, os estabelecimentos do ensino superior desenvolvem presentemente um projecto de habilitações que engloba todas as competências exigidas ao pessoal académico, incluindo os professores responsáveis pela componente profissional da formação inicial de professores. Em França, a lei de 2005 sobre o futuro das escolas prevê a elaboração futura de uma Carta do Formador. Além disso, até 2010, o Comité Nacional para a avaliação das instituições públicas de natureza

científica, cultural e profissional deverá proceder a uma avaliação dos métodos e resultados da integração dos *Instituts Universitaires de Formation des Maîtres* (IUFMs, ou institutos universitários de formação de professores) nas universidades. Prevê-se que esta avaliação venha a ter implicações a nível das qualificações exigidas aos responsáveis pela formação ministrada nos IUFMs.

2.2. Formadores Responsáveis nas Escolas

A presente secção trata do pessoal docente que orienta ou supervisiona os professores em formação nas escolas durante o estágio e/ou na fase final de qualificação “em serviço”, ou fase de indução. Pretende, em primeira análise, identificar os formadores em causa e, de seguida, indicar se existem disposições regulamentares ou recomendações que estabeleçam a necessidade de esses formadores receberem formação específica que lhes permita assumir a responsabilidade pela orientação e assistência prestada aos formandos.

Quadro 2.5: Requisitos de formação aplicáveis aos orientadores e supervisores em escolas que organizam estágios para futuros professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE de): Os cursos de formação inicial de professores do ensino secundário são ministrados fora da comunidade germanó-fona. A maior parte dos professores recebe a sua formação na comunidade francófona da Bélgica.

Espanha: A situação varia consoante a Comunidade Autónoma em causa: em algumas Comunidades Autónomas, a formação é recomendada ou obrigatória, mas, na maioria, não existem disposições regulamentares sobre esta matéria.

Áustria: Os requisitos de formação aplicáveis aos professores que orientam ou supervisionam são regulamentados a nível dos estados federados. De qualquer modo, todo o pessoal docente é obrigado a fazer uma formação.

Reino Unido (País de Gales): O mapa ilustra a situação na fase final de qualificação “em serviço” (o ano de indução). Em relação ao estágio, não existem quaisquer disposições regulamentares correspondentes.

Nota explicativa (Quadro 2.5)

A fase final de qualificação “em serviço” ou fase/ano de indução, que existe apenas em alguns países, é um período obrigatório de transição entre a formação inicial e a vida profissional dos professores plenamente aptos para o exercício das suas funções. É vista neste contexto como a fase final da formação inicial. Esta fase de indução inclui uma importante dimensão de assistência e supervisão, bem como uma avaliação formal das competências didácticas. Neste período, os professores ainda não possuem todas as qualificações, sendo habitualmente considerados como “candidatos” ou “estagiários”. Passam um período considerável de tempo num ambiente de trabalho real (uma escola), onde desempenham parcialmente ou na íntegra as funções dos professores devidamente qualificados, sendo remunerados pela sua actividade.

Em todos os países à excepção de Malta, o trabalho realizado pelos professores em formação durante o estágio e/ou a fase final de qualificação “em serviço” (ou fase de indução) é supervisionado por membros do pessoal docente da escola. Em Malta, a supervisão é exercida por membros da Faculdade de Educação na Universidade de Malta, onde são formados os futuros professores. No entanto, esses formandos recebem igualmente apoio informal por parte das escolas durante o estágio.

Na maioria dos países, são os próprios professores que se responsabilizam pela orientação ou supervisão. No entanto, nalguns países, esse papel é assumido pelo director do departamento de Ciências, como acontece na Bélgica (comunidade flamenga), ou pelo director da escola, como é o caso da República Checa e da Eslováquia.

Em dois outros países, a situação varia consoante o contexto e a fase da formação. Assim, na Alemanha, a responsabilidade pela orientação é assumida unicamente pelo director da escola no caso de estágios, sendo partilhada pelo director da escola, pelo director do departamento e por um docente durante a fase final de qualificação “em serviço” (ou de indução). Na Áustria, são os professores que supervisionam os formandos durante os estágios, sendo que, durante a fase final de qualificação, a avaliação final dos candidatos a professores das escolas da categoria *allgemein bildende höhere Schulen* é efectuada conjuntamente pelo docente responsável por esses candidatos e pelo director da escola.

Numa minoria de países, quase todos da Europa Central, é obrigatório – ou recomendado – que quem presta orientação ou assistência aos futuros professores receba uma formação especial. Na Estónia, por exemplo, os professores que intervêm na qualidade de orientadores dos formandos durante a fase final de qualificação “em serviço” (fase de indução) devem possuir um mínimo de cinco anos de experiência e um curso universitário orientado especificamente para a assunção deste tipo de responsabilidade. Na Roménia, os orientadores são obrigados a receber uma formação “em serviço”, especializada na orientação a prestar aos estagiários.

Em diversos países, as decisões sobre esta matéria são tomadas em níveis de autoridade mais descentralizados. Assim, em Espanha, a situação depende da Comunidade Autónoma em questão: em algumas Comunidades Autónomas, a formação é recomendada ou obrigatória, mas, na maioria, não existem disposições regulamentares sobre a matéria. Na Suécia, são os próprios directores das escolas que decidem sobre a afectação dos recursos necessários para a formação de orientadores ou pessoal de apoio.

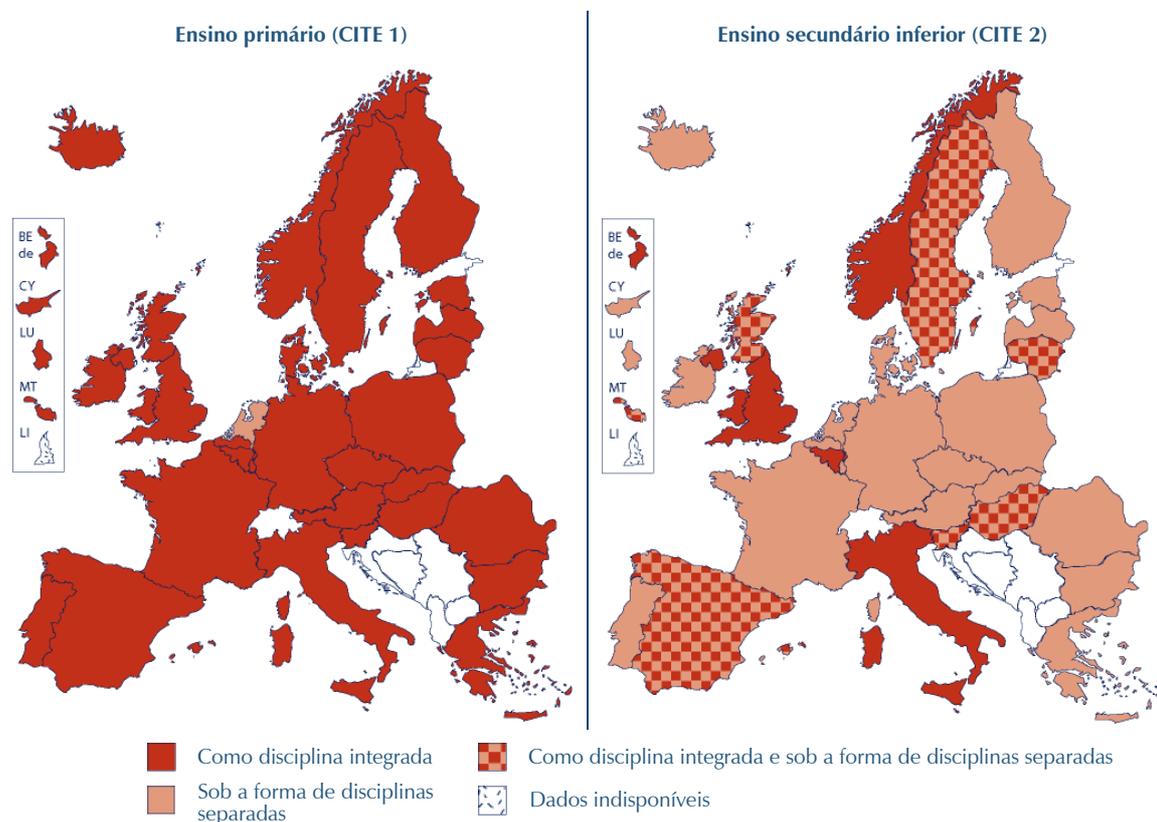
Alguns países referem a existência de medidas a nível local destinadas a garantir a atribuição de responsabilidades de supervisão a pessoas com competência e experiência apropriadas. Por exemplo, na Bélgica (comunidade germanófono) e na Itália, a orientação e assistência aos estagiários são geralmente prestadas por professores prestigiados, cujo trabalho seja reconhecido tanto pelos seus pares como pelos superiores hierárquicos. Em França, os professores responsáveis pela supervisão dos formandos durante os estágios são nomeados pela inspecção do ensino e seleccionados com base na sua excelência profissional. Na Letónia e na Eslováquia, são os professores mais experientes que supervisionam os formandos durante os estágios. No Reino Unido (Inglaterra, País de Gales e Irlanda do Norte) e em França, alguns estabelecimentos do ensino superior organizam cursos de formação destinados aos professores que irão supervisionar os estagiários.

CAPÍTULO 3

O PROGRAMA CURRICULAR DE CIÊNCIAS

O presente capítulo trata da posição que o ensino das ciências ocupa no programa escolar prescrito ou recomendado para os níveis de ensino primário e secundário inferior, juntamente com as abordagens defendidas e os objectivos visados. Consoante o grau de pormenor dos documentos oficiais sobre as actividades que deverão ser oferecidas e as competências que os alunos deverão ser encorajados a desenvolver, as recomendações neles contidas poderão influenciar significativamente a forma como os professores de ciências organizam o seu trabalho. Além disso, em muitos países, esses documentos servem de quadro de referência na formação inicial desses professores, orientando-os na sua actividade.

Quadro 3.1: Organização do ensino das Ciências de acordo com o programa curricular prescrito ou recomendado (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

República Checa: Os dados disponíveis baseiam-se nos programas das escolas *Základní*. As escolas *Obecná* e *Národní* possuem os seus próprios programas.

Finlândia: A partir do ano lectivo 2006/07, as disciplinas de ciências serão leccionadas separadamente nos últimos dois anos do nível CITE 1.

Notas adicionais (Quadro 3.1 – Continuação)

Luxemburgo: Nos lycées técnicos do nível CITE 2, as ciências são leccionadas de forma integrada.

Países Baixos: No nível CITE 2, é encorajada uma abordagem integrada. Os objectivos de ensino, que vigoram a partir de 2006, são baseados numa abordagem do tipo “ser humano e natureza”, em vez de se dividirem nas disciplinas de Biologia, Física e Química. Contudo, as escolas poderão sempre decidir oferecer disciplinas separadas ou uma abordagem mais integrada.

Nota explicativa

Este quadro mostra se o programa curricular definido pelas autoridades educativas de nível central (ou superior) prevê que as ciências sejam leccionadas como disciplina integrada única, sob a forma de disciplinas separadas, ou através de ambas as abordagens. No nível CITE 2 apenas é incluído o ensino de tipo geral.

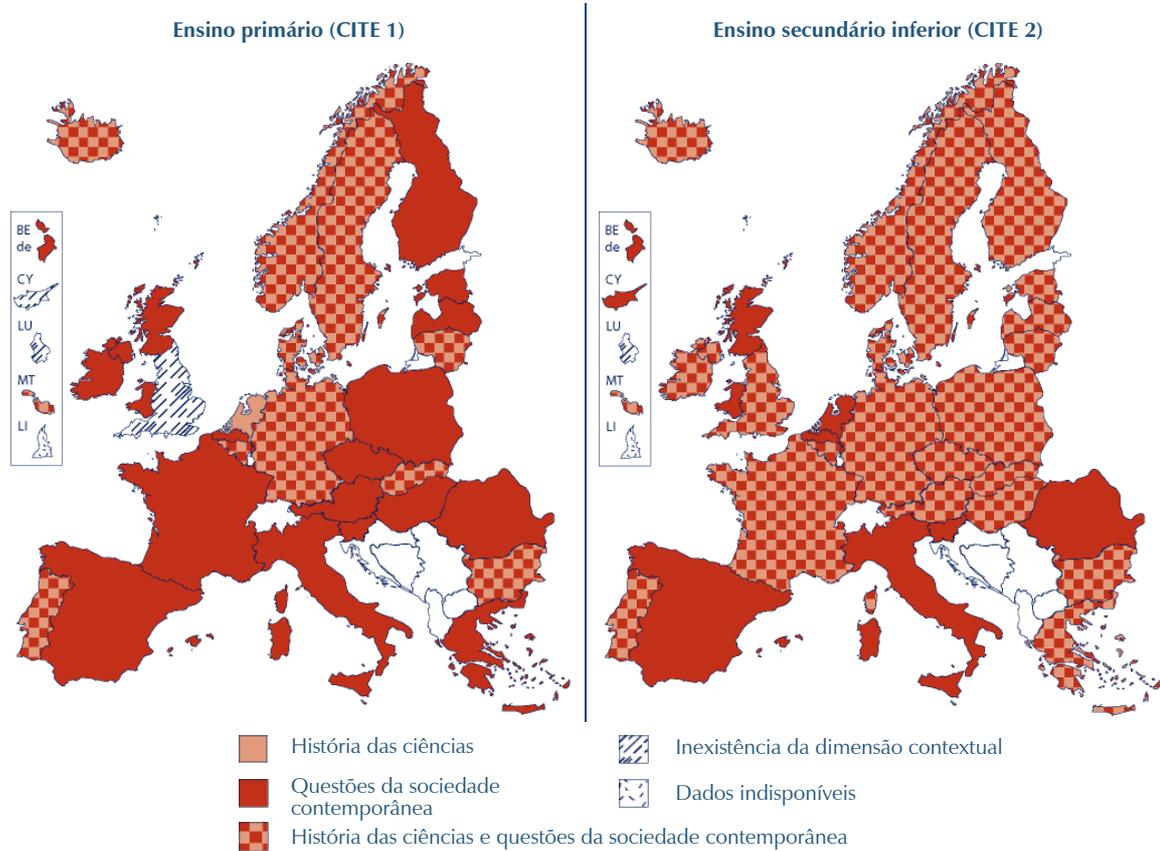
Como o quadro 3.1 indica, as ciências podem ser leccionadas numa base totalmente integrada ou, pelo contrário, sob a forma de disciplinas separadas (por exemplo, Física, Química, Biologia, etc.). Excepto no caso dos Países Baixos, os programas escolares do ensino primário de todos os países incluem as ciências como disciplina integrada. No ensino secundário inferior, a tendência é inversa, sendo identificadas disciplinas científicas separadas na grande maioria dos programas de ensino. Em alguns países, defendem-se ambas as abordagens a este nível, como acontece em Espanha, na Lituânia, na Hungria, em Malta, na Eslovénia, na Suécia e no Reino Unido (Escócia).

A primeira secção do presente capítulo examina se os programas escolares incluem uma abordagem que cubra aspectos da ciência relacionados com contextos específicos, mormente no tocante à história das ciências e às questões da sociedade contemporânea. A segunda secção trata dos conteúdos dos programas curriculares oficiais, expressos em termos de actividades ou metas prescritas ou recomendadas, incidindo particularmente em três aspectos: trabalho prático ou experimental, tecnologias da informação e comunicação (TIC) e comunicação. Por fim, a última secção apresenta um panorama geral das reformas e debates em curso sobre o programa curricular de ciências.

3.1. Ensino Contextualizado das Ciências

Na maioria dos países, o programa de ciências do ensino primário e secundário inferior refere-se às ciências inserindo-as no contexto quer da história das ciências, quer das questões da sociedade contemporânea, ou em ambos. Em três sistemas educativos, o programa escolar para o nível CITE 1 não cobre nenhum dos dois aspectos. Esta situação verifica-se num único país no caso do programa para o nível CITE 2.

Quadro 3.2: Inclusão de aspectos contextuais do ensino das Ciências nos programas curriculares prescritos ou recomendados (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice.

Notas adicionais

Bélgica (BE nl): Para o nível CITE 2, os dados referem-se apenas ao programa de Biologia.

República Checa: Os dados baseiam-se nos programas das escolas *Základní*. As escolas *Obecná* e *Národní* possuem os seus próprios programas.

Grécia: No caso do nível CITE 2, o quadro apenas ilustra a situação do programa de Física. O programa de Biologia cobre apenas questões da sociedade contemporânea.

Chipre: No caso do nível CITE 2, o mapa indica apenas a situação do programa de Física. O programa de Biologia inclui tanto a história das ciências como as questões da sociedade contemporânea.

Letónia: O novo programa curricular de ciências para o nível CITE 1, que tem vindo a ser adoptado gradualmente desde o ano lectivo 2005/06, refere-se à história das ciências.

Luxemburgo: Os dados referem-se ao programa curricular do *lycée* geral.

Áustria: No caso do nível CITE 2, é ilustrada a situação do programa de Física nas escolas da categoria *allgemein bildende höhere Schulen*. O programa de Biologia cobre apenas questões da sociedade contemporânea. Os programas de Física e de Biologia das escolas da categoria *Hauptschulen* contemplam tanto a história das ciências como as questões da sociedade contemporânea.

Eslovénia: No referente ao nível CITE 2, apenas é ilustrada a posição do programa de ciências integradas e de Física. O programa de Biologia cobre tanto a história das ciências como as questões da sociedade contemporânea.

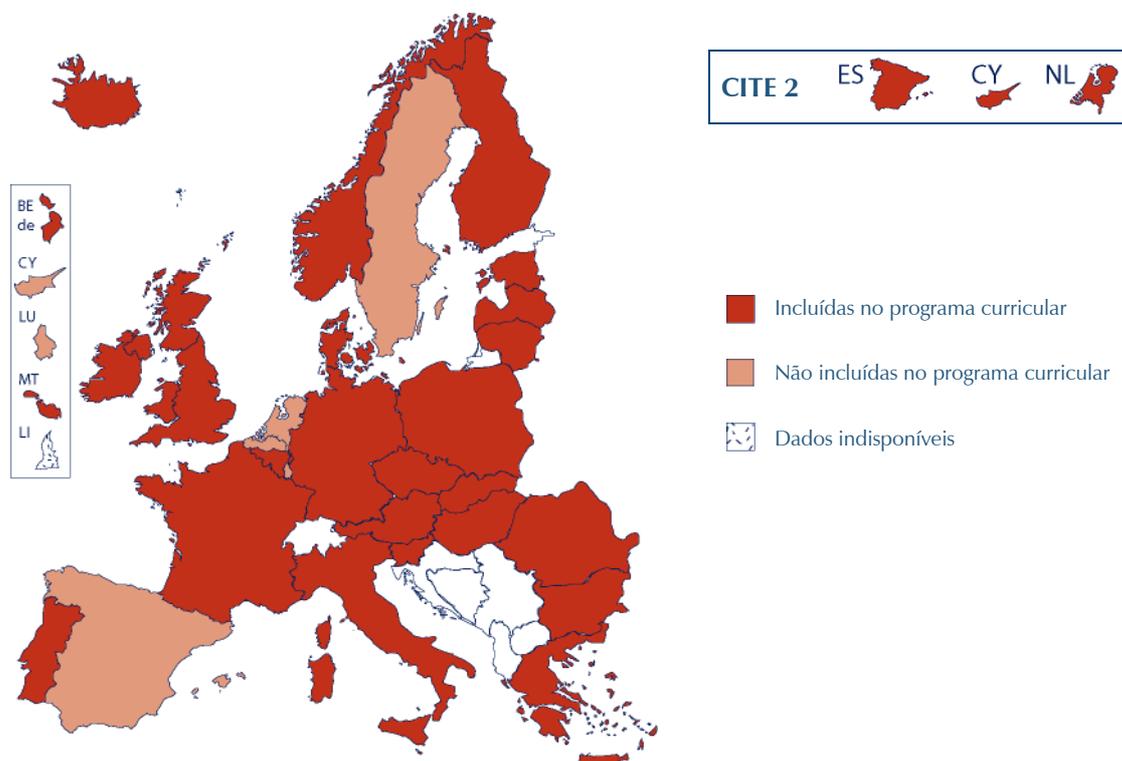
Nota explicativa

Em relação ao nível CITE 2 (ensino secundário inferior), eventuais diferenças nas informações respeitantes aos programas de Física e de Biologia são indicadas numa nota adicional.

A dimensão histórica das ciências é evidenciada em cerca de dez programas curriculares do ensino primário e no dobro dos programas no ensino secundário. Os Países Baixos são o único caso em que o programa curricular do nível CITE 1 se refere apenas à história das ciências. As “questões da sociedade contempo-

rânea” encontram-se presentes na grande maioria dos programas curriculares. Este aspecto reflecte-se na inclusão da actividade “discussão de questões do quotidiano” em países cujos programas curriculares se referem especificamente a actividades de aprendizagem.

Quadro 3.3: Inclusão de actividades de discussão de questões da vida quotidiana e da sociedade nos programas curriculares prescritos ou recomendados (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

[Notas adicionais](#)

Bélgica (BE nl): Em relação ao nível CITE 2, os dados apenas se referem ao programa de Biologia.

República Checa: Os dados baseiam-se nos programas das escolas *Základní*. As escolas *Obecná* e *Národní* possuem os seus próprios programas.

Espanha: Para o nível CITE 1, os programas referem-se a actividades que impliquem “lançar o debate”, sem as especificar.

Luxemburgo: Os dados referem-se ao programa curricular do *lycée* geral.

3.2. Programas Curriculares de Ciências: Resultados da Aprendizagem e Actividades

Os programas curriculares de Ciências podem ser apresentados sob diferentes formas e incluir os principais domínios do saber (conceitos) a cobrir, as actividades específicas a realizar (o que é solicitado aos alunos) e/ou os resultados a alcançar através da aprendizagem (as competências a adquirir pelos alunos). Poderão, obviamente, ser definidas múltiplas actividades de aprendizagem de ciências para alcançar um resultado específico, mas também é possível que uma única actividade contribua para mais do que um só resultado de aprendizagem.

Em todos os sistemas educativos, mesmo nos dos países que não possuem um programa de estudos nacional propriamente dito, os programas curriculares de ciências constituem, pelo menos em parte, o aspecto sobre que incidem as directivas das autoridades educativas superiores. Três países, nomeadamente a

Bélgica (comunidade flamenga), os Países Baixos (CITE 1) e a Suécia, não prescrevem nem recomendam quaisquer actividades científicas nos programas curriculares, expressando o ensino das ciências nas escolas em termos de objectivos de ensino e de aprendizagem. O Luxemburgo, por outro lado, tende a identificar actividades de ensino e de aprendizagem em vez de objectivos. Alguns sistemas educativos incluem todo o espectro de actividades e de objectivos de aprendizagem nos programas curriculares de Ciências que prescrevem ou recomendam.

Anexos contendo uma discriminação pormenorizada de resultados desejáveis e de actividades científicas prescritas ou recomendadas podem ser consultados no sítio www.eurydice.org. Para cada um dos países, é indicado o conjunto das actividades que poderão fazer parte dos programas curriculares de Ciências e as competências que se espera que os alunos adquiram.

Os domínios abrangidos no presente estudo incluem, entre outros, o conhecimento de conceitos e teorias na área das ciências, o trabalho laboratorial, o trabalho com documentação científica, a discussão de temas, a utilização das tecnologias da informação, a realização de projectos e as visitas de estudo. Importa abordar com prudência a articulação entre os conteúdos dos currículos das ciências e os respectivos resultados de aprendizagem. Parece ser claro que o facto de não existirem actividades prescritas não deve ser interpretado como se não fossem realizadas actividades apropriadas para alcançar um objectivo expresso no programa. O inverso é igualmente verdade: o facto de não se mencionar explicitamente um objectivo de aprendizagem não significa que só haverá a intenção de atingir um objectivo, se ele for expresso em termos das actividades a desenvolver nas escolas. A título ilustrativo: a utilização das tecnologias da informação pode ser uma das actividades prescritas nas escolas (por exemplo “comunicação com outros alunos”), mas a capacidade de utilizar as TIC não é necessariamente, em si mesmo, um objectivo da aprendizagem.

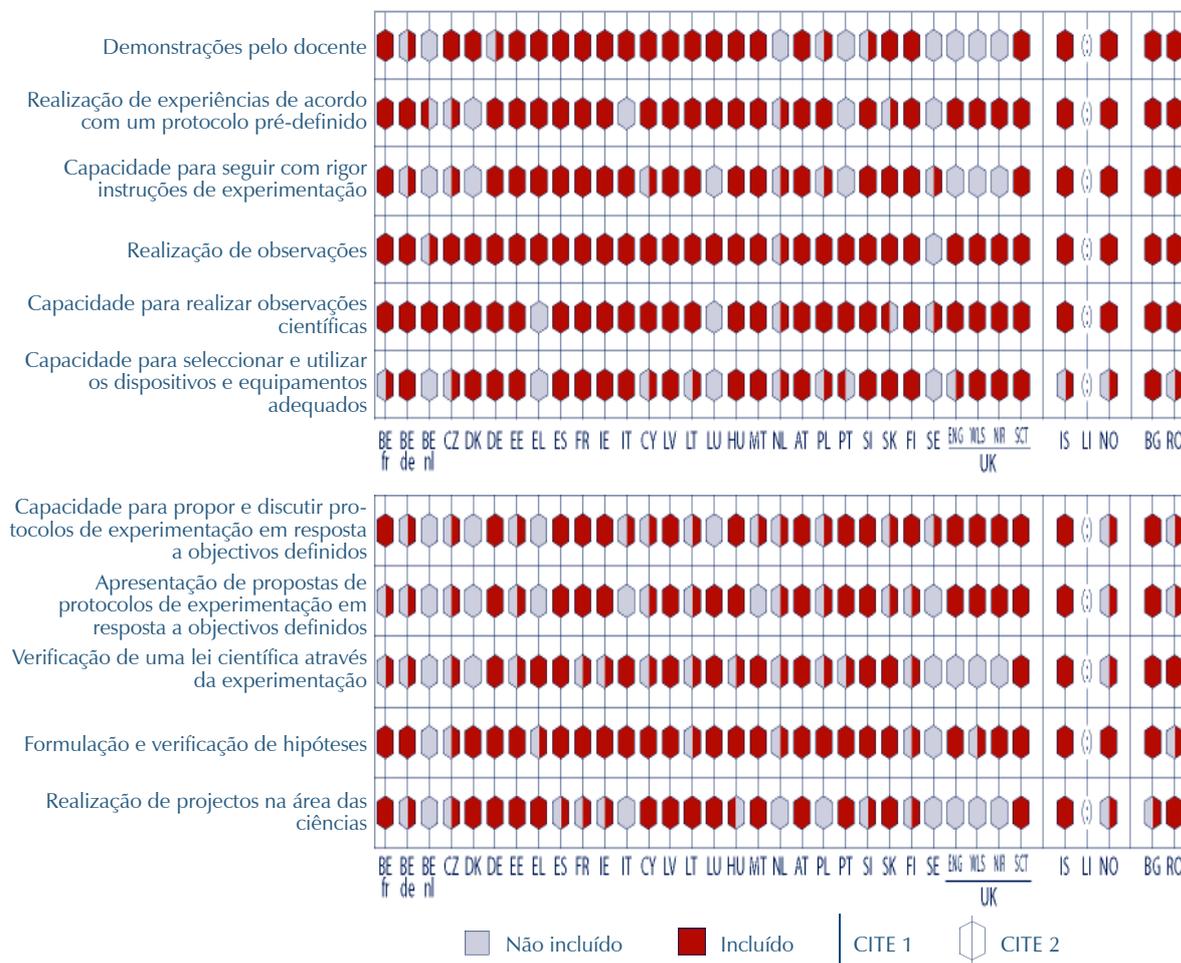
Trabalho Experimental ou Prático

O trabalho experimental e prático constitui um aspecto importante e verdadeiramente distintivo do ensino das ciências, sendo-lhe feita referência em todos os programas curriculares prescritos ou recomendados. A “realização de observações” é incluída em quase todos os currículos como actividade ou objectivo.

Nos trabalhos de investigação sobre o ensino das ciências tem sido demonstrado grande interesse pelas competências cognitivas complexas. Torna-se cada vez mais vital desenvolver essas competências durante a formação científica, dado que muitas operações que exigem competências cognitivas muito simples, tal como a aplicação de fórmulas, podem ser efectuadas por computadores (ver o capítulo introdutório do estudo *“Investigação no domínio do ensino das ciências e formação de professores de ciências”*). No ensino secundário inferior, a maioria dos currículos de Ciências incluem actividades que requerem um complexo conjunto de conhecimentos gerais e específicos, bem como um certo grau de autonomia por parte dos alunos. Nos currículos do ensino primário, pelo contrário, essas actividades são menos evidentes, como é o caso, por exemplo, da “apresentação de propostas de protocolos de experimentação em resposta a objectivos definidos/capacidade para propor e discutir protocolos de experimentação em resposta a objectivos definidos” e da “verificação de uma lei científica através da experimentação”. Esta diferença entre os dois níveis de ensino, primário e secundário inferior, também se aplica a outras actividades de carácter holístico exigentes do ponto de vista cognitivo, como a “formulação e verificação de hipóteses” e a “realização de projectos na área das ciências”.

Estas diferenças entre os dois níveis de ensino também são patentes no caso de duas actividades menos complexas, nomeadamente a “capacidade para seguir com rigor instruções de experimentação” e a “capacidade para seleccionar e utilizar os dispositivos e equipamentos adequados”.

Quadro 3.4: Trabalho prático incluído no programa curricular prescrito ou recomendado (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

[Notas adicionais](#)

Bélgica (BE nl): Em relação ao nível CITE 2, os dados apenas se referem ao programa de Biologia.

República Checa: Os dados baseiam-se nos programas das escolas *Základní*. As escolas *Obecná* e *Národní* têm os seus próprios programas.

Grécia: O programa de Biologia do nível CITE 2 não refere a “verificação de uma lei científica através da experimentação”, nem a “formulação e verificação de hipóteses”.

França: O programa de Física do nível CITE 2 encoraja a “realização de projectos na área das ciências”, mas não estipula a sua obrigatoriedade.

Chipre: O programa de Biologia do nível CITE 2 não menciona a “capacidade para seleccionar e utilizar dispositivos e equipamentos adequados”, a “capacidade para seguir com rigor instruções de experimentação”, a “capacidade para propor e discutir protocolos de experimentação em resposta a objectivos definidos”, a “verificação de uma lei científica através da experimentação”, nem a “formulação e verificação de hipóteses”.

Luxemburgo: Os dados referem-se ao programa do *lycée* geral.

Países Baixos: O programa de Biologia do nível CITE 2 não faz referência à “verificação de uma lei científica através da experimentação”.

Áustria: Os programas de Física e de Biologia para as escolas da categoria *Hauptschulen* não mencionam a “capacidade para seleccionar e utilizar dispositivos e equipamentos adequados”. O programa de Biologia não faz referência à “verificação de uma lei científica através da experimentação” ou à “formulação e verificação de hipóteses”.

Eslovénia: O programa de Física do nível CITE 2 não menciona a “realização de projectos na área das ciências”.

Nota explicativa (Quadro 3.4)

Em relação ao nível CITE 2, as eventuais diferenças nas informações respeitantes aos programas de Física e de Biologia são indicadas numa nota adicional.

A “realização de experiências de acordo com um protocolo pré-definido”, a “realização de observações” e a “apresentação de propostas de protocolos de experimentação em resposta a objectivos definidos” são classificadas como actividades de aprendizagem, enquanto a “capacidade para seguir com rigor instruções de experimentação”, a “capacidade para realizar observações científicas” e a “capacidade para propor e discutir protocolos de experimentação em resposta a objectivos definidos” são encaradas como objectivos da aprendizagem.

Tecnologias da Informação e da Comunicação

A utilização das TIC não é exclusiva dos cursos de ciências. Assim, a “pesquisa de dados na Internet” e a “comunicação com outros alunos” são actividades que poderão ser organizadas para a aprendizagem de qualquer matéria. No caso das ciências, elas ocupam uma posição de destaque na maioria dos programas curriculares, especialmente na generalidade do ensino secundário inferior.

Quadro 3.5: Utilização das TIC no programa prescrito ou recomendado (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Bélgica (BE nl): Em relação ao nível CITE 2, os dados apenas se referem ao programa de Biologia.

República Checa: Os dados baseiam-se nos programas das escolas *Základní*. As escolas *Obecná* e *Národní* têm os seus próprios programas.

Dinamarca: Em relação ao nível CITE 2, as três primeiras rubricas apenas se encontram presentes no programa de Física.

Espanha: Em relação ao nível CITE 1, os programas referem a “utilização das TIC”, sem entrar em pormenores quanto às actividades visadas.

Chipre: Em relação às quatro primeiras rubricas, a informação respeitante ao nível CITE 2 refere-se ao programa de Física. O programa de Biologia faz referência a todas as rubricas, à excepção do “registo e apresentação de resultados e dados do trabalho experimental” e “pesquisa de dados na Internet”.

Luxemburgo: Os dados referem-se ao programa do *lycée* geral.

Áustria: Em relação ao nível CITE 2, o programa de Biologia das escolas da categoria *Hauptschulen* não menciona a “simulação” e o programa de Física não inclui a “comunicação com outros alunos”. O programa de Biologia das escolas da categoria *allgemein bildende höhere Schulen* não menciona nenhuma das rubricas.

Eslovénia: Em relação ao nível CITE 2, a informação ilustrada refere-se ao programa de Biologia. O programa de ciências enquanto disciplina integrada abarca todas as rubricas à excepção da última e o programa de Física menciona todas as rubricas à excepção das duas últimas.

Nota explicativa

Em relação ao nível CITE 2, eventuais diferenças nas informações respeitantes aos programas de Física e de Biologia são indicadas numa nota adicional. As quatro primeiras rubricas são classificadas como actividades de aprendizagem, sendo que a última é encarada como um objectivo da aprendizagem.

O “registo e apresentação de resultados e dados do trabalho experimental” e a “simulação” correspondem a actividades das TIC mais características das disciplinas científicas. Estas actividades – e a simulação, em especial – são citadas com menos frequência nos programas curriculares, sobretudo no nível CITE 1, que apenas as inclui em nove currículos. A utilização de competências cognitivas relativamente complexas, assim como a necessidade de capacidade para utilizar as TIC explicam, sem dúvida, esta diferença entre os níveis CITE 1 e 2. A investigação no domínio do ensino das ciências, que incide essencialmente no ensino secundário superior, (ver a secção A.4 do estudo “Investigação no domínio do ensino das ciências e formação de professores de ciências”) revela as consideráveis vantagens de organizar este tipo de trabalho nas escolas, uma vez que ele incentiva os alunos a envolver-se em actividades teóricas e poderá auxiliá-los a estabelecer associações cognitivas entre a teoria e a experimentação.

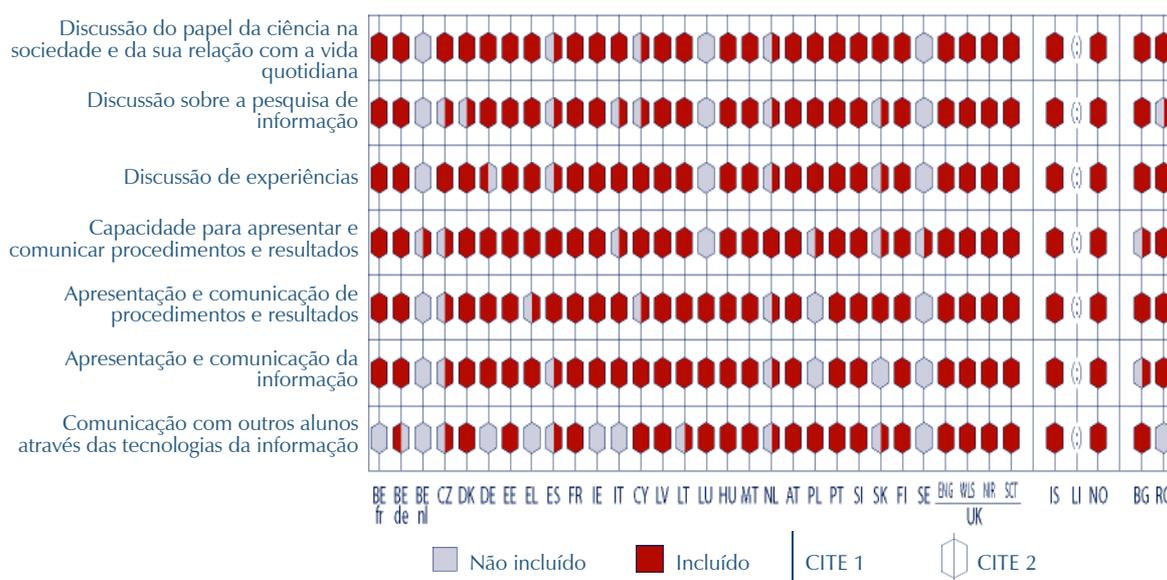
A Roménia é o único país onde o programa curricular não prevê qualquer actividade nem objectivo em termos da utilização dos meios electrónicos no ensino primário e secundário inferior. Refira-se que, na Bélgica (comunidade flamenga) e na Suécia, não são referidos quaisquer exemplos de qualquer forma de actividade de aprendizagem nos currículos.

Comunicação na Aprendizagem das Ciências

Aprender a falar sobre a ciência e a comunicar sobre as actividades em curso ou já concluídas constitui um importante aspecto do ensino das ciências que é comum às diferentes áreas do programa de Ciências e que surge como um aspecto a que é frequentemente atribuída grande prioridade na Europa, pelo menos nos programas de ciências prescritos ou recomendados.

As discussões na área das ciências poderão assumir, no mínimo, três aspectos: o papel da ciência na sociedade e relação entre a ciência e a vida quotidiana, pesquisa de informação e realização de experiências (Quadro 3.6). No programa de Ciências prescrito para os níveis CITE 1 e 2, a Bélgica (comunidade flamenga) e a Suécia não referem quaisquer actividades de discussão de temas científicos, e a Espanha e os Países Baixos não incluem pormenores de actividades de discussão no programa curricular prescrito para o nível CITE 1.

Quadro 3.6: Comunicação na aprendizagem das Ciências nos programas curriculares prescritos ou recomendados (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais (Quadro 3.6)

Bélgica (BE nl): Em relação ao nível CITE 2, os dados apenas se referem ao programa de Biologia.

República Checa: Os dados baseiam-se nos programas das escolas *Základní*. As escolas *Obecná* e *Národní* têm os seus próprios programas.

Espanha: Em relação ao nível CITE 1, os programas referem actividades que implicam “a participação em discussões”, a “utilização de documentação científica” e a “utilização das TIC”, sem especificar as actividades visadas.

Chipre: Em relação ao nível CITE 2, o programa de Biologia não se refere à “discussão de experiências”, nem à “apresentação e comunicação de procedimentos e resultados”.

Luxemburgo: Os dados referem-se ao programa do *lycée* geral.

Áustria: Em relação ao nível CITE 2, o programa de Física não refere a “apresentação e comunicação da informação”. Os programas de Física e de Biologia das escolas da categoria *Hauptschulen* não mencionam a “discussão sobre a pesquisa de informação” e o programa de Biologia das escolas da categoria *allgemein bildende höhere Schulen* não referem a “comunicação com outros alunos através das tecnologias da informação”.

Nota explicativa

Em relação ao nível CITE 2, eventuais diferenças nas informações respeitantes aos programas de Física e de Biologia são indicadas numa nota adicional.

A “capacidade para apresentar e comunicar procedimentos e resultados” refere-se a resultados da aprendizagem previstos ou recomendados no programa curricular, enquanto a “apresentação e comunicação de procedimentos e resultados” se refere à actividade prescrita ou recomendada.

Além disso, é interessante constatar que, enquanto no nível CITE 2 se espera sempre dos alunos (à excepção da Alemanha) um envolvimento na discussão dos três aspectos do trabalho científico, no nível CITE 1 o padrão é mais claramente diferenciado. Em quase todos os países (29 sistemas educativos), os alunos do ensino primário discutem o papel da ciência na sociedade e na vida quotidiana. Essas discussões são normalmente acompanhadas por debates sobre a pesquisa de informação (24 sistemas educativos). Por conseguinte, a associação entre a pesquisa de informação (que constitui uma competência de tratamento de dados e implica uma certa compreensão de diferentes fontes e da qualidade da informação) e a discussão de questões mais vastas sobre a sociedade já é, portanto, acentuada no ensino primário. Mas também o papel das ciências na vida quotidiana pode, obviamente, levar a discussões sobre uma “compreensão de senso comum” das ciências, permitindo aos professores constatar o nível de entendimento dos seus alunos e, conseqüentemente, definir as actividades de aprendizagem mais apropriadas para eles (ver o quadro 1.2 e o estudo “*Investigação no domínio do ensino das ciências e formação de professores de ciências*”).

As discussões sobre experiências científicas também são sobejamente contempladas nos currículos de Ciências previstos ou recomendados para o ensino primário (o sistema educativo de Chipre é o único que foca exclusivamente este tipo de discussões).

Uma análise das competências de tratamento de dados ou, mais especificamente, das actividades associadas à utilização de documentação científica (ver o anexo disponível no sítio www.eurydice.org, que fornece uma discriminação completa destas actividades), permite salientar ainda a importância atribuída à apresentação e comunicação da informação. Nos casos em que os sistemas educativos incluem uma ou mais destas actividades nos programas curriculares que prescrevem ou recomendam, é sempre feita referência à apresentação e comunicação da informação, à excepção da Eslováquia no que se refere ao nível CITE 1. Uma vez que os programas curriculares do ensino secundário inferior tendem, de modo geral, a ser mais extensos, este padrão encontra-se de novo mais patente no ensino primário. Enquanto as outras actividades apenas se encontram incluídas em menos de metade dos programas curriculares prescritos ou recomendados, a apresentação e comunicação da informação é incluída em 26 sistemas educativos e constitui a única actividade identificada em relação à utilização de documentação científica no nível CITE 1 na Irlanda, em Itália, em Malta, na Finlândia, na Noruega e na Roménia.

Aprender a apresentar e a comunicar procedimentos e resultados constitui um outro aspecto da comunicação no ensino das ciências. Esta actividade insere-se no grupo de actividades práticas ilustradas no

quadro 3.4: os procedimentos e resultados aqui indicados fazem parte do trabalho científico de experimentação ou investigação. Todos os sistemas educativos, sem excepção, incluem este aspecto no ensino secundário inferior. A nível do ensino primário, há apenas sete sistemas educativos que não o incluem.

3.3. Debate e Reformas

Os currículos de Ciências são actualmente objecto de debate e reformas na grande maioria dos países europeus. O debate incide sobre temas muito variados (abordagens metodológicas, carga horária das disciplinas de ciências, etc.) e, nalguns países, está associado a uma reforma global do currículo.

As reformas no âmbito do conteúdo dos programas curriculares implicam frequentemente alterações noutros domínios, como sejam a avaliação dos alunos (secção 4.4.) e, num estágio anterior, a formação dos professores. Na Irlanda, por exemplo, quando da introdução de programas revistos (em 2003), foi lançado todo um conjunto de programas abrangentes de formação contínua de professores. Os professores do ensino primário com uma formação em ciências normalmente limitada puderam, assim, participar em cursos que os auxiliaram a satisfazer os mais recentes requisitos do novo currículo, que atribui uma maior importância às ciências. No caso dos professores do ensino secundário, a formação centrou-se mais nas abordagens metodológicas. Em Portugal, por forma a auxiliar os professores a estabelecerem o novo currículo, vai ser introduzido um novo plano de formação contínua no domínio do ensino das ciências em todas as escolas primárias (1º ciclo do ensino básico) no ano lectivo 2006/07, com vista a melhorar o ensino do trabalho experimental na área das ciências. No entanto, a presente secção apenas abrange o conteúdo das reformas e debates respeitantes aos programas curriculares durante o ano lectivo 2004/05.

Diversos países empreendem profundas reformas que afectam todos os currículos escolares. Assim, na Bélgica (comunidade germanófono) e na Lituânia, a definição de competências fundamentais resultou num processo de revisão curricular que deverá ficar concluído em 2007. Embora digam respeito a todas as disciplinas do programa curricular, as reformas na Letónia centram-se sobretudo nas ciências sociais e nas disciplinas científicas. O objectivo geral consiste em estabelecer um currículo estruturado respeitante a competências e não um conjunto de factos a memorizar, como acontecia anteriormente. Em 2004, a Alemanha introduziu normas educativas para certas disciplinas do ensino primário e secundário, incluindo as disciplinas de Física, Química e Biologia leccionadas no nível CITE 2. Consequentemente, os currículos são actualmente objecto de transformações radicais. Na Noruega, a reforma do ensino de 2004, que visa a promoção do conhecimento (*Kunnskapsløftet*), prevê a introdução de um novo currículo a vigorar a partir de 2006, que possui um menor grau de pormenor e inclui objectivos claros, especificando o nível de competências esperado dos alunos para cada nível de ensino.

Também na Estónia se assiste actualmente a uma modificação de todos os programas curriculares. São debatidos diferentes aspectos do ensino das ciências, incluindo o respectivo conteúdo, as competências que deverão ser adquiridas, a metodologia aplicável e, em especial, o papel dos professores e dos alunos no processo de aprendizagem. No Reino Unido (Escócia), foi iniciada em 2004 uma revisão de todo o currículo, devendo a versão revista iniciar a sua fase piloto no ano lectivo de 2006/07.

Numa abordagem de carácter ainda mais geral, a República Checa iniciou uma reforma estrutural de todos os seus programas curriculares, introduzindo um sistema no qual as escolas serão doravante obrigadas a elaborar os seus próprios currículos com base no currículo-quadro elaborado pelo ministério. A partir de 2006, vai ser concedida às escolas e aos professores dos Países Baixos maior liberdade na definição dos programas curriculares. Poderão, por exemplo, decidir leccionar ciências sob a forma de disciplina integrada ou através de disciplinas (científicas) separadas. Na Bulgária, debate-se actualmente o currículo

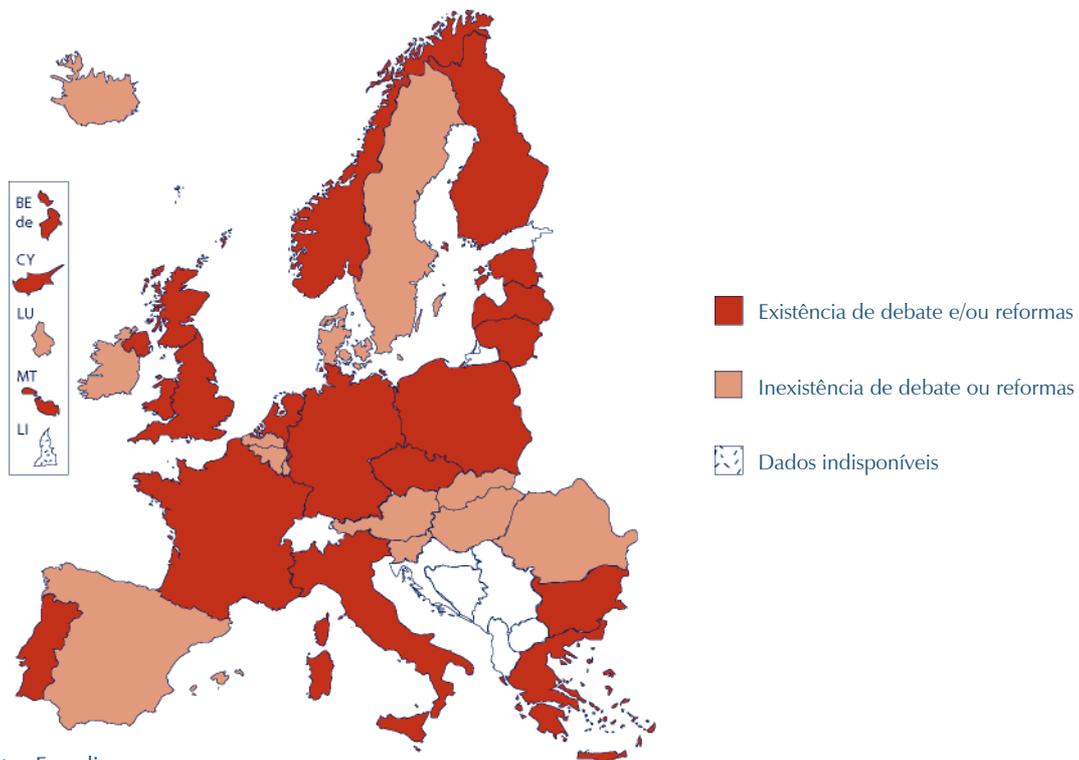
nacional para o desenvolvimento do ensino escolar para o período 2006-2015. Este currículo prevê alterações a nível da estrutura e do conteúdo dos cursos.

No Reino Unido (Inglaterra), o Livro Branco de 2005, intitulado “14-19 Education and Skills”, definiu o objectivo do Governo, de proceder à reforma do plano de estudos, da avaliação e das oportunidades à disposição dos jovens dos 14 aos 19 anos de idade. Simultaneamente, destaca-se a importância de garantir que mais jovens atinjam a idade dos 14 anos dotados de bases seguras em termos de conhecimentos elementares e motivados pelo ensino. A actual revisão curricular de ciências do nível Key Stage 3 prevê um afastamento de uma longa lista de factos a aprender e a elaboração de um programa curricular mais relevante e flexível, que coloque a ênfase em bases conceptuais determinantes e em processos fundamentais como a investigação e a avaliação. O novo currículo proposto é actualmente objecto de amplas consultas, com vista a uma introdução gradual nas escolas a partir de Setembro de 2008.

Em Itália, novos programas curriculares formulados em termos de objectivos de aprendizagem específicos foram introduzidos no ensino primário e secundário inferior como parte de reformas educativas mais gerais. Além disso, em relação à área das ciências, mais especificamente, o Ministro da Educação lançou, em 2006, o projecto *Insegnare Scienze Sperimentali*, que visa, por um lado, elevar as capacidades em Matemática e Ciências dos alunos dos 6 aos 16 anos de idade e, por outro, apoiar o desenvolvimento profissional contínuo dos professores nestas disciplinas.

Na Bulgária, as reformas actualmente em curso mais especificamente relacionadas com as ciências têm a ver com o conteúdo do que está previsto (programa curricular e compêndios escolares) a nível do ensino primário e durante o primeiro ano do ensino secundário inferior. Na Polónia, o debate sobre o programa curricular, que incide unicamente na área das ciências, provavelmente, conduzirá em breve à introdução de uma reforma neste domínio.

Quadro 3.7: Reformas ou debates em curso a nível do programa de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Nalguns países, o debate centra-se na posição e na organização curricular das ciências. Assim, na Letónia e na Finlândia, as reformas dizem respeito à carga horária das disciplinas de ciências. Além disso, neste último país, a partir do ano lectivo 2006/07, as disciplinas científicas passam a ser leccionadas em separado nos últimos dois anos do nível CITE 1. Em Malta, discute-se a forma como as ciências deverão ser leccionadas no ensino secundário inferior. Como disciplina integrada ou sob a forma de disciplinas separadas? E, neste caso, convirá identificar duas ou três disciplinas? Em Portugal, decorre um debate sobre o ensino experimental das Ciências ao nível do 1º ciclo do ensino básico, que conduzirá a um ajustamento da gestão curricular.

As reformas podem igualmente dizer respeito à metodologia. Em França, as novas abordagens adoptadas desde o início do ano lectivo 2005 no primeiro ano do ensino secundário inferior referem-se aos programas das disciplinas Ciências da Vida e da Terra, Física e Química e serão gradualmente alargadas a todo o programa do nível CITE 2. O objectivo consiste em introduzir uma dimensão de investigação, já presente em programas do ensino primário, sob o título de *la main à la pâte* (“meter a mão na massa”) e permitir aos alunos desempenhar um papel importante no desenvolvimento dos seus próprios conhecimentos. Além disso, os novos programas incentivam a adopção de uma abordagem multidisciplinar, na medida em que certas matérias, como a saúde ou o ambiente sustentável, que incorporam diferentes disciplinas, são estudadas ao longo do ensino secundário inferior. Nos Países Baixos, os comités responsáveis pela revisão curricular baseiam a sua actividade numa concepção do ensino das ciências na qual os professores devem tomar como ponto de partida as concepções e o raciocínio de senso comum dos alunos e, subseqüentemente, desenvolver uma compreensão mais rigorosa e aperfeiçoada dos fenómenos científicos.

Presentemente, estão a ser desenvolvidos novos materiais didácticos de apoio ao ensino das ciências na Grécia, na Lituânia e na Letónia. O debate em Chipre prende-se actualmente com a redução do conteúdo programático, que é excessivo tendo em conta o tempo disponível para o abordar.

Os currículos de ciências são objecto de reformas ou de debate em muitos países. Estas reformas dizem respeito a assuntos tão variados como a organização, o conteúdo e a metodologia do ensino. Nos casos em que se relacionam com o currículo escolar no seu todo, as referidas reformas procuram estabelecer padrões educativos, por exemplo, sob a forma de competências determinantes, podendo igualmente alargar o poder discricionário das escolas na determinação dos seus currículos. Reformas deste tipo são geralmente acompanhadas pela introdução ou pelo reforço da avaliação externa dos alunos, baseada em testes para aferir as suas capacidades e os seus conhecimentos em relação aos padrões estabelecidos (ver Capítulo 4).

CAPÍTULO 4

AVALIAÇÃO NORMALIZADA DOS ALUNOS

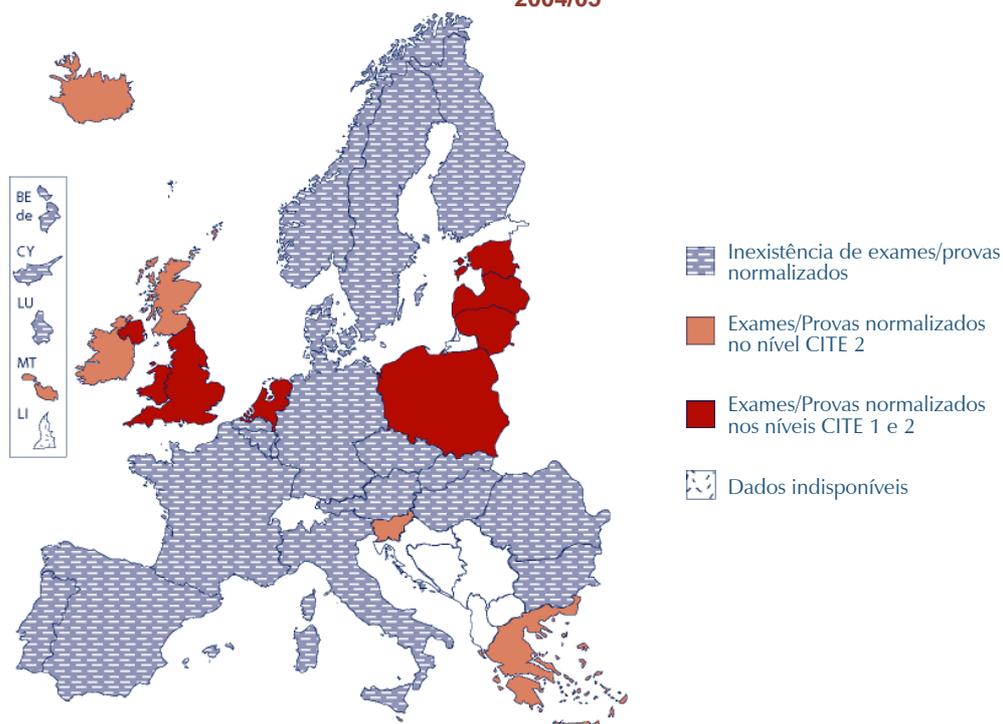
A avaliação dos alunos pode assumir diferentes formas (ser, por exemplo, escrita, oral, assistida por computador ou consistir em provas práticas) e ter diferentes funções. A *avaliação formativa* constitui parte integrante do processo diário de ensino e aprendizagem. Centra-se nas reacções diárias recíprocas entre professores e alunos e utiliza essa interacção para atingir o seu principal objectivo: a melhoria da aprendizagem por parte dos alunos. É normalmente distinguida da *avaliação sumativa*, que procura aferir o que os alunos sabem, compreendem e são capazes de fazer, ou seja, avaliar o seu nível de sucesso. Apesar de os resultados da avaliação sumativa também poderem ser usados para promover a aprendizagem, a sua função principal é a classificação. Os resultados dessa avaliação podem ser usados, por exemplo, para determinar se um aluno alcançou um padrão de desempenho suficientemente elevado para poder transitar para uma turma mais avançada ou para a fase de escolaridade seguinte. Quando efectuada por um organismo nacional ou regional sob a forma de provas ou exames normalizados, a avaliação sumativa conduz, por vezes, a uma certificação formal. A avaliação sumativa, certificada ou não, é também usada pelos decisores políticos como indicador da qualidade de desempenho de um sistema educativo e, por conseguinte, das mudanças que poderão ser necessárias. A chamada “avaliação contínua” refere-se ao facto de as avaliações serem efectuadas ao longo de um período de tempo e durante todo um curso. Quando um curso é organizado numa base modular, a avaliação pode ocorrer no final de cada módulo (avaliação sumativa) ou numa base contínua. A avaliação contínua pode ter fins formativos e/ou sumativos.

A avaliação, independentemente da sua forma, está intimamente ligada ao currículo e aos processos de ensino e aprendizagem. As interacções entre estes aspectos da escolaridade são complexas e determinantes e a experiência mostrou que a consecução dos objectivos da reforma curricular das ciências implica um sistema de avaliação baseado na compreensão e no apoio. Os professores de ciências, tal como os colegas que leccionam outras disciplinas, têm perfeita consciência de que os conhecimentos e as competências que os seus alunos têm de demonstrar nos exames ou provas normalizados influenciam fortemente o conteúdo das matérias que leccionam e a forma como as leccionam. Também influenciam as atitudes dos alunos face à aprendizagem e, mais especificamente, o significado que para eles tem a aprendizagem das ciências na escola. Assim, os exames ou provas normalizados poderão funcionar como um poderoso travão à reforma curricular e pedagógica, ou como um poderoso agente de mudança. Importa, portanto, identificar os conhecimentos e as competências que são avaliados através das provas ou dos exames normalizados usados para efeitos de avaliação e/ou certificação. No entanto, importa também reconhecer que a inexistência de um sistema normalizado de avaliação em qualquer um dos níveis de um sistema educativo não significa que não sejam ensinadas aos alunos uma ou todas as competências associadas a essa avaliação. Poderá, com segurança, pressupor-se, por exemplo, que todos os programas escolares de ensino das ciências exigem que os alunos adquiram e demonstrem um certo conhecimento de conceitos, leis e teorias na área das ciências (ver Capítulo 3). Todavia, o conteúdo exacto a aprender variará consoante o país, o mesmo se aplicando também à ênfase colocada nos conhecimentos em relação a alguns dos outros resultados associados à aprendizagem das ciências nas escolas, tais como a capacidade para apresentar resultados ou sintetizar informação.

4.1. Exames/Provas Normalizados de Ciências

Na maioria dos países, não existem procedimentos de avaliação normalizados dos alunos em Ciências enquanto disciplina integrada, nem em Física ou Biologia, seja no nível CITE 1 ou no nível CITE 2. Nos países em que são efectuadas, essas avaliações são ligeiramente mais comuns no nível CITE 2 (Quadro 4.1). Nenhum país possui procedimentos de avaliação normalizados exclusivamente no nível CITE 1 e seis países possuem-nos exclusivamente no nível CITE 2. Oito sistemas educativos utilizam procedimentos deste género em ambos os níveis.

Quadro 4.1: Exames/Provas nacionais normalizados de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Dinamarca: A partir de 2007, as disciplinas de ciências serão avaliadas no final da escolaridade obrigatória.

Alemanha: Os procedimentos normalizados de avaliação dos alunos nas disciplinas de Física e de Biologia nos níveis CITE 1 e 2 serão desenvolvidos pelo *Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen* (Instituto de Desenvolvimento da Qualidade no Ensino).

França: A partir de 2007, serão organizadas, numa base contínua, avaliações normalizadas dos alunos em Ciências no final dos níveis CITE 1 e 2.

Letónia, Países Baixos e Polónia: Não existem verdadeiramente provas normalizadas de Ciências como tal no nível CITE 1, embora as disciplinas científicas façam parte de um sistema de provas à escala nacional.

Países Baixos: Apenas os alunos inscritos no ensino secundário pré-profissional efectuam provas normalizadas no final do nível CITE 2.

Portugal: A avaliação à escala nacional no nível CITE 2 será brevemente alargada, de modo a incluir disciplinas científicas.

Eslovénia: A partir do ano lectivo 2005/06, os exames nacionais deixam de ser obrigatórios no final do segundo ciclo, tendo sido abolidos no final do primeiro ciclo.

Nota explicativa

O conceito “exames/provas normalizados” refere-se a exames nacionais (ou a partes de exames) ou a provas cujos enunciados são elaborados pelas autoridades educativas centrais ou superiores para efeitos de certificação ou de avaliação dos alunos.

Muitos outros países também ponderam a introdução de procedimentos normalizados de avaliação na área das ciências, sendo apresentado um panorama geral dos debates e reformas em curso na secção 4.4. Por exemplo, na Alemanha, estão presentemente a ser desenvolvidas avaliações normalizadas dos alunos nas disciplinas de Física e de Biologia em todos os Estados Federados (*Länder*): Baden-Vurtemberg, Baviera e Renânia do Norte-Vestefália anunciaram a introdução dessas provas. De modo idêntico, a Direcção de Avaliação e Planeamento (DEP) do Ministério da Educação francês vai instituir um processo de avaliação normalizada em Ciências no final dos níveis CITE 1 e 2, que, a partir de 2007, decorrerá de modo contínuo aproximadamente uma vez de cinco em cinco anos.

Nos oito sistemas educativos que possuem procedimentos normalizados de avaliação dos alunos no nível CITE 1, essas avaliações são realizadas com o objectivo de determinar os progressos dos alunos e não para efeitos de certificação. A certificação no final do nível CITE 1 deixou de ser uma característica comum do ensino escolar na maioria dos países.

Quando essas avaliações são realizadas no nível CITE 2, a certificação desempenha um papel mais preponderante. A certificação é indicada como o objectivo de avaliações normalizadas dos alunos neste nível em cinco países. Em quatro países, o objectivo das avaliações normalizadas dos alunos no nível CITE 2 é apenas a avaliação. Para seis outros países, o objectivo das avaliações normalizadas dos alunos no nível CITE 2 é descrito quer como certificação quer como avaliação. Não obstante, convém notar que, no caso de Malta, as avaliações normalizadas dos alunos no nível CITE 2 assumem duas formas. Os exames escolares anuais são realizados para efeitos de avaliação, enquanto o exame para obtenção do certificado de habilitações do ensino secundário é realizado para efeitos de certificação. Na Eslovénia, os exames nacionais foram abolidos no final do primeiro ciclo e deixaram de ser obrigatórios no final do segundo.

4.2. Tipos de Competências/Conhecimentos Avaliados

Os testes e exames nas disciplinas de ciências servem para avaliar diferentes competências. É muito possível que, em todos os casos, esses testes e exames exijam que os alunos recordem conceitos científicos importantes, como as leis de Newton sobre o movimento ou as noções de básicas subjacentes à fotossíntese. Os alunos também poderão ser examinados quanto ao grau de profundidade da sua compreensão destes conceitos e à sua capacidade de os aplicar em contextos que lhes são familiares ou não. Porém, as ciências são igualmente uma disciplina prática e os cursos escolares de ciências atribuem grande importância à aquisição de uma série de competências científicas de carácter prático, embora essa importância varie de país para país. A essas competências práticas acrescem muitas outras competências, como a capacidade de tratamento e apresentação da informação, de pensar em termos científicos e de apresentar um problema em termos científicos (ver Capítulo 3). Todas as competências avaliadas pelos exames/provas normalizados de ciências poderão ser associadas a uma das seguintes categorias:

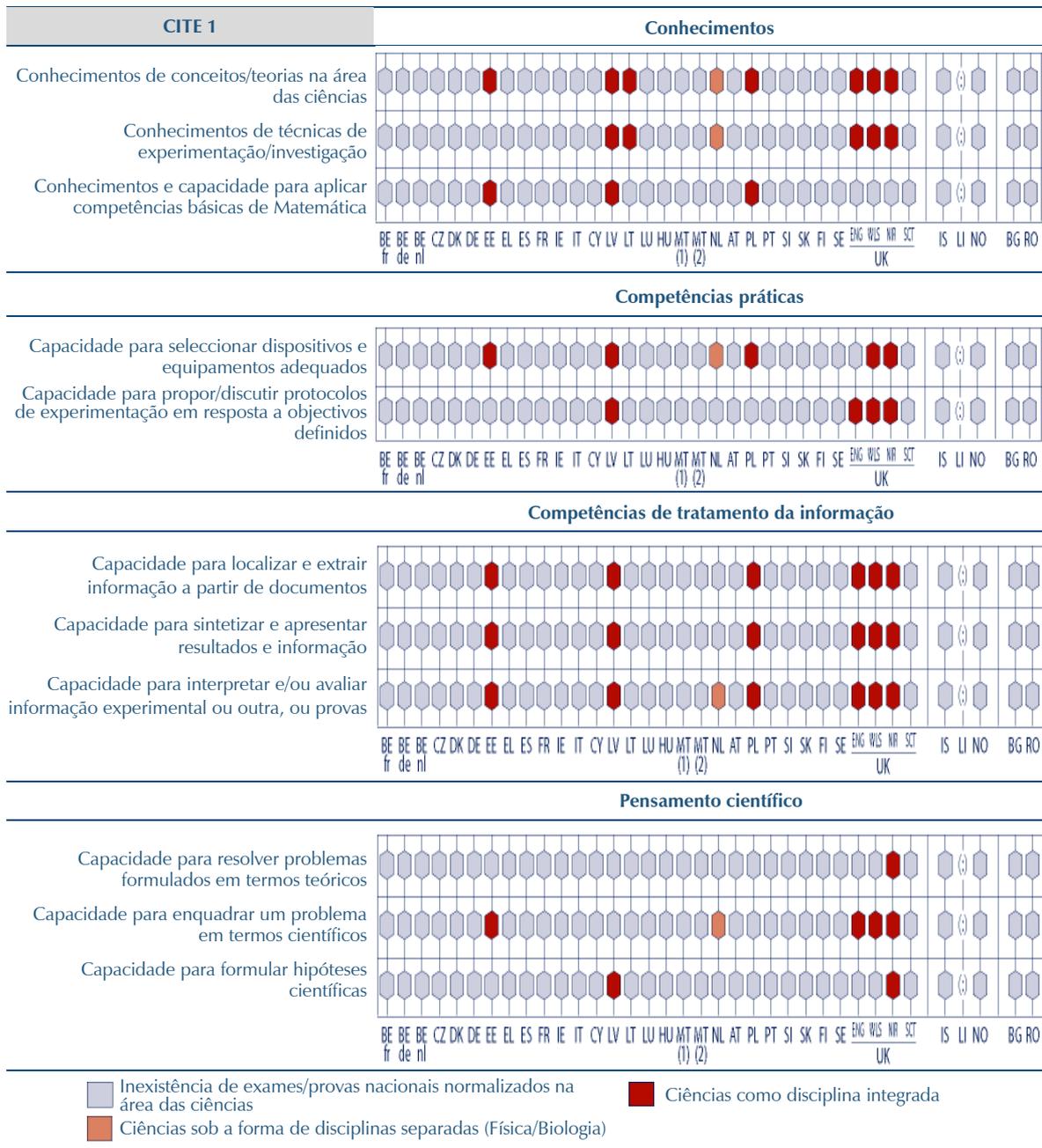
- capacidade de recordar e aplicar conhecimentos e teorias na área das ciências;
- competências práticas, como a capacidade para seleccionar dispositivos e equipamentos adequados;
- competências de tratamento da informação, como a capacidade para sintetizar e apresentar resultados e informação;
- competências inerentes ao pensamento científico, tais como a capacidade de formular hipóteses científicas.

Estas diferentes competências poderão ser examinadas de diferentes formas. Os professores fazem-no oralmente, com regularidade, quando interrogam os seus alunos como parte dos processos diários de ensino e aprendizagem na sala de aula ou no laboratório de ciências. Enquanto componente de provas normalizadas realizadas para efeitos de avaliação e/ou certificação, muitas competências são normalmente avaliadas por intermédio de exames escritos, embora os testes assistidos por computador tenham sido objecto de um projecto-piloto nos Países Baixos, passando a ser usados nos exames nacionais de Física a partir de 2007.

Embora algumas competências estreitamente ligadas à vertente prática das ciências possam ser avaliadas por intermédio de exames escritos ou assistidos por computador, como é o caso da capacidade para formular e/ou testar uma hipótese científica com base em determinadas informações, existem muitas competências práticas que não podem ser avaliadas desta forma. A avaliação dessas competências requer outras formas de testes baseadas nas observações estruturadas que os professores de ciências fazem do trabalho, dos exames práticos formais, ou dos projectos de base científica dos seus alunos. No entanto, estas duas últimas formas de testes das competências são mais difíceis de organizar e de administrar do que as provas escritas normalizadas, sobretudo quando se realizam em grande escala. Além disso, são mais onerosas e exigem diferentes procedimentos de modo a garantir a respectiva fiabilidade e validade (¹).

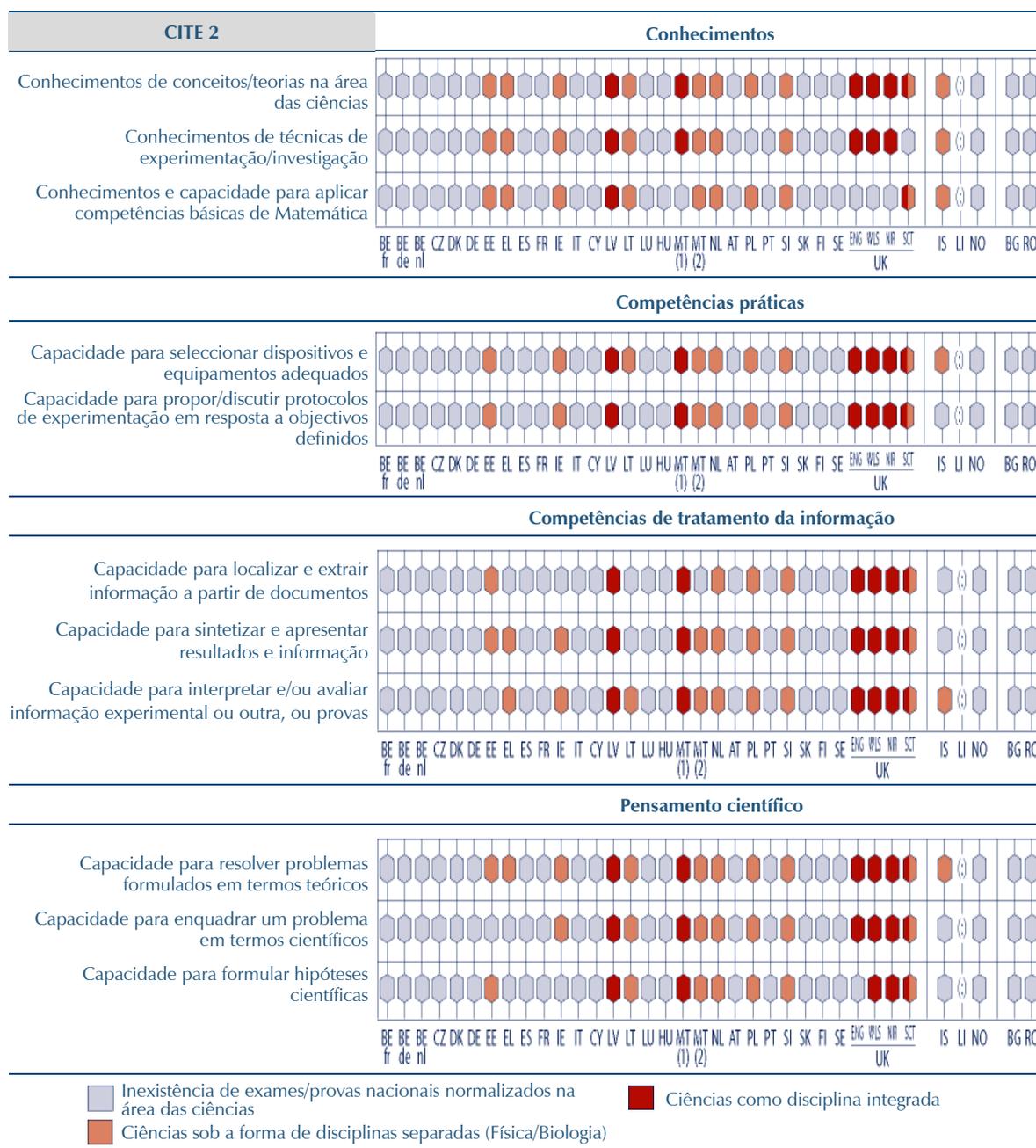
(¹) As noções de validade e fiabilidade são essenciais para todas as formas de avaliação. Um teste é válido se permite aferir o que é suposto aferir: existem diferentes modos de calcular se esse objectivo é atingido. A fiabilidade constitui um indicador da exactidão do resultado de uma avaliação. É essencial conhecer a validade e a fiabilidade de qualquer teste normalizado para compreender o grau de confiança que se pode depositar nos respectivos resultados.

Quadro 4.2a: Tipos de competências avaliadas nos exames/provas nacionais normalizados de Ciências (CITE 1), 2004/05



Fonte: Eurydice

Quadro 4.2b: Tipos de competências avaliadas nos exames/provas nacionais normalizados de Ciências (CITE 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Notas adicionais

Grécia: “Conhecimentos e capacidade para aplicar competências básicas de Matemática” apenas se aplica à avaliação na disciplina de Física.

Letónia: A Física e a Biologia são leccionadas como disciplinas separadas no nível CITE 2, embora no final deste nível se realize o exame normalizado de Ciências como disciplina integrada.

Letónia, Países Baixos e Polónia: Não existem verdadeiramente provas normalizadas na área das ciências no nível CITE 1, embora questões dessa área façam parte de um programa de provas nacionais.

Nota explicativa (Quadros 4.2a e 4.2b)

O conceito “exames/provas normalizados” refere-se a exames nacionais (ou a partes de exames) ou a provas cujos enunciados são elaborados pelas autoridades educativas centrais ou superiores para efeitos de certificação ou de avaliação dos alunos.

Importa igualmente ter em conta que examinar a capacidade de um aluno para enquadrar um problema em termos científicos nada diz sobre o tipo de problema em apreço; de igual modo, ter capacidade para seleccionar os dispositivos e equipamentos adequados nada indica sobre os dispositivos e equipamentos a partir dos quais deverá ser feita a selecção. O alvo da investigação foi o tipo de competências teóricas e práticas que são avaliadas e não o conteúdo dos testes e exames de ciências.

No nível CITE 1, oito sistemas educativos examinam os conhecimentos dos alunos em matéria de conceitos e teorias na área das ciências. Em seis sistemas educativos é exigido aos alunos o conhecimento de técnicas de experimentação e de investigação. Aparentemente, o Reino Unido (Inglaterra, País de Gales e Irlanda do Norte) e a Letónia são os países que examinam o maior leque de competências no nível CITE 1.

No nível CITE 2, o conhecimento de conceitos/teorias de carácter científico continua a ser um importante objectivo da avaliação, embora para mais países no caso da Física e da Biologia mais do que no caso das Ciências como disciplina integrada. No caso dos países que realizam provas nacionais, também é atribuída bastante importância à avaliação do pensamento científico e das competências práticas dos alunos, como sejam a capacidade para enquadrar um problema em termos científicos, para formular hipóteses e para seleccionar os dispositivos e equipamentos apropriados. Em cinco sistemas educativos, essas competências são testadas no contexto das Ciências como disciplina integrada.

Também é digna de menção a importância atribuída por alguns membros recentes da União Europeia, como a Estónia, a Letónia, a Polónia e a Eslovénia, à avaliação de uma vasta gama de competências tanto no nível CITE 1 como no nível CITE 2.

O conhecimento de conceitos e teorias de natureza científica é exigido nas provas nacionais nos níveis CITE 1 e 2, embora mais países apliquem esse requisito quando a Física e a Biologia são acrescentadas à lista de disciplinas leccionadas. É evidente que os conceitos e teorias precisos testados nestes dois níveis serão, provavelmente, diferentes, reflectindo as diferentes idades dos alunos envolvidos e as suas diferentes capacidades para abordar ideias sofisticadas. No nível CITE 1 é atribuída menor importância do que no nível CITE 2 às outras competências acima referidas: apenas a Estónia, a Letónia, os Países Baixos, a Polónia e o Reino Unido (Inglaterra, País de Gales e Irlanda do Norte) examinam competências práticas de tratamento da informação e de raciocínio científico a nível do ensino primário. As disparidades entre países no que se refere ao equilíbrio entre os diferentes tipos de competências exigidas pelas provas normalizadas são relativamente menores no nível CITE 2, especialmente no contexto da Física e da Biologia.

Vistas na globalidade, o leque de competências avaliadas nos países que possuem exames escolares normalizados de ciências no nível CITE 1 e, com maior amplitude, no nível CITE 2, reflecte as competências normalmente associadas à forma como actuaria e pensaria um cientista ao planificar, realizar e relatar uma investigação científica. Reflecte igualmente a natureza internacional da procura de respostas a questões científicas e a universalidade do conhecimento científico que caracteriza os cursos escolares de ciências.

4.3. Trabalho de Projecto no Domínio das Ciências

A realização de projectos na área das ciências implica trabalho de experimentação ou de outro tipo no laboratório ou noutros locais e possui um carácter investigativo. Pode envolver toda a turma, ou apenas um aluno, a título de projecto individual, ou ainda pequenos grupos. Decorre durante um período de tempo, porventura diversas semanas, e constitui uma oportunidade de envolvimento dos alunos num estudo na área das ciências com um enfoque específico. Pode implicar a colaboração com pessoas de outras instituições através da Internet ou por outros meios de comunicação e o seu registo escrito assumirá, provavelmente, a forma de um relatório.

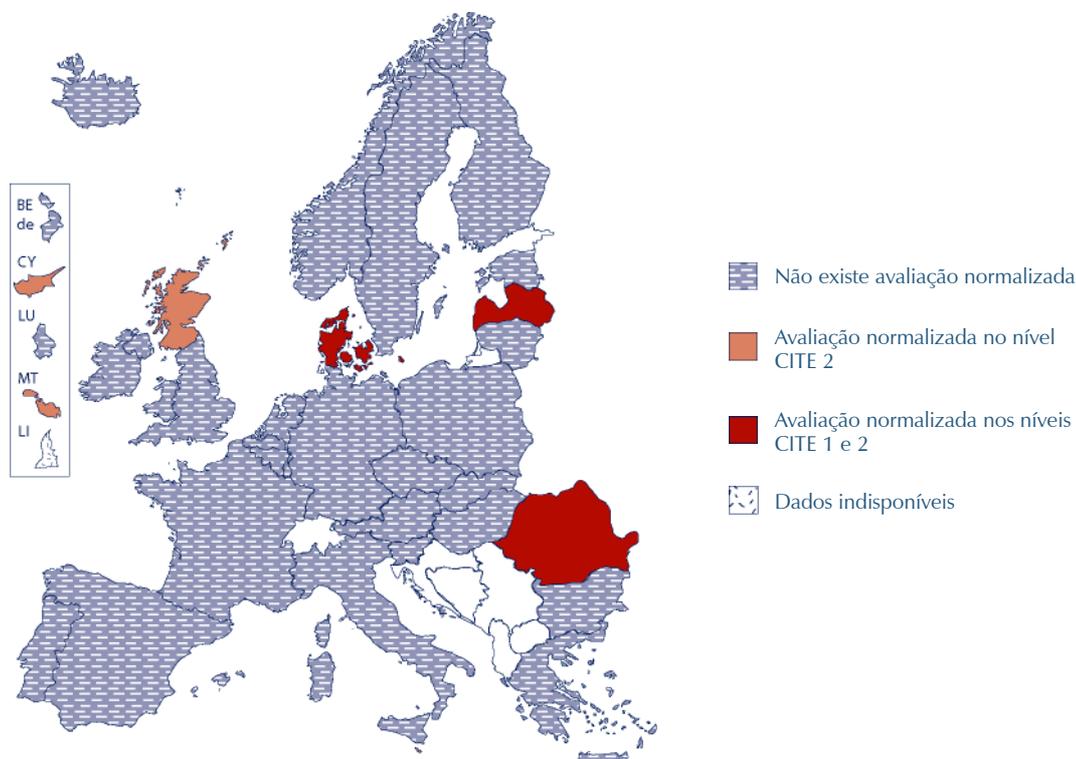
A avaliação normalizada de semelhantes projectos não constitui uma característica importante do ensino das ciências nas escolas, seja no nível CITE 1 ou no nível CITE 2, como demonstra o Quadro 4.3.

Três países, a Dinamarca, a Letónia e a Roménia prevêem a realização de projectos científicos sujeitos a critérios normalizados de avaliação em ambos os níveis de ensino, enquanto três países apenas a prevêem no nível CITE 2. A Irlanda vai introduzir esta abordagem do ensino e da aprendizagem das ciências no nível CITE 2 no ano lectivo 2005/06.

Tal como no caso das provas e exames normalizados, a ausência de critérios normalizados de avaliação do trabalho de projecto não pode ser interpretada como se os alunos não fossem supostos adquirir nenhuma das competências normalmente associadas a essa actividade como, por exemplo, o conhecimento de conceitos e teorias de natureza científica ou a capacidade para realizar observações científicas. Importa igualmente reconhecer que objectivos de avaliação idênticos podem reflectir tipos de trabalho de projecto muito diferentes. Por exemplo, pedir aos alunos que demonstrem uma capacidade para formular hipóteses científicas no seu projecto nada diz sobre as hipóteses concretas que são formuladas ou sobre a natureza do projecto científico a que se referem. Do mesmo modo, é possível desenvolver uma capacidade para efectuar observações científicas no contexto de tipos de trabalho de projecto muito diferentes, mesmo numa disciplina específica de carácter científico como a Física ou a Biologia.

Nos seis países em que se realizam estas avaliações, o contexto no nível CITE 1 (disciplina integrada) é diferente do que se verifica no nível CITE 2 (Física e Biologia). A variedade de competências práticas e teóricas é maior no nível CITE 2 do que no nível do ensino primário, exceptuando a Dinamarca, país onde são avaliadas em ambos os níveis de ensino as mesmas competências.

Quadro 4.3: Avaliação normalizada do trabalho de projecto na área das Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Nota explicativa

“Avaliação normalizada do trabalho de projecto na área das ciências” significa que os critérios de avaliação são especificados por autoridades educativas centrais ou superiores.

É de registar o facto de, na Letónia, no Reino Unido (Escócia) e na Roménia, ser avaliada uma gama idêntica de competências/conhecimentos através do desenvolvimento de projectos em Biologia e em Física no nível CITE 2. O mesmo se aplica a Malta a este nível, embora existam algumas diferenças entre os três países quanto às competências/conhecimentos que são avaliados. A semelhança entre as competências avaliadas através do trabalho de projecto reflecte um empenho comum subjacente numa abordagem de carácter investigativo no domínio do ensino e da aprendizagem das ciências.

A Letónia analisa, por meio de projectos científicos realizados no contexto da disciplina integrada de Ciências leccionada no nível CITE 1, um leque muito mais variado de competências do que Chipre ou a Roménia. A Dinamarca também avalia um vasto espectro de conhecimentos e de competências de tratamento da informação tanto no nível CITE 1, como no nível CITE 2.

Os dados que nos chegam de quatro destes seis países sugerem, no nível CITE 2, um maior grau de uniformidade entre as competências avaliadas através do trabalho de projecto científico em Física do que em Biologia.

4.4. Actuais Debates sobre Avaliação

A informação apresentada em secções anteriores refere-se à situação no ano lectivo 2004/05. A presente secção procura identificar debates ou mudanças planeadas no domínio da avaliação dos resultados do ensino das ciências nas escolas.

O Quadro 4.4 faz o ponto da situação. Mostra que o debate em torno dessa avaliação é comum a quase todos os países que responderam ao inquérito, muitas vezes tanto no nível CITE 1 como no CITE 2. Este grau de interesse não é um fenómeno isolado. Está intimamente ligado aos debates sobre a forma e o conteúdo do ensino das ciências nas escolas, sobre o tipo de formação a dar aos professores de ciências e sobre a maneira de proceder a mudanças sistémicas no ensino escolar. Além disso, faz parte de um fenómeno global mais vasto que reflecte a preocupação do governo e de outras entidades em elevar os padrões do ensino das ciências, em promover a literacia científica e em garantir a criação de sistemas de avaliação que sustentem esses objectivos. Sempre que um currículo de ciências é especificado em termos de competências ou de resultados de aprendizagem e não em termos da lista de tópicos científicos mais tradicional, as avaliações realizadas reflectem melhor o que se espera que os alunos aprendam e saibam fazer. Porém, em todos os casos, qualquer sistema de avaliação deverá reflectir e sustentar os resultados da aprendizagem associados ao currículo.

As mudanças/Os debates em curso em diferentes países são de tipos diferentes, embora haja alguns países que empreendem mais do que um tipo de mudança.

Criação de Normas e/ou Exames/Agências de Avaliação Nacionais

Nos países sem tradição de realização de exames nacionais, foi necessário desenvolver organismos ou agências capazes de assumir a responsabilidade por esses exames. Em muitos casos, essa evolução está associada à especificação de normas educativas e/ou testes que prescrevem o que os alunos deverão saber e ser capazes de fazer em estádios específicos da sua formação escolar em ciências. Na Alemanha, por exemplo, os *Länder* fundaram, em 2004, um novo instituto para o Desenvolvimento da Qualidade no Ensino (*Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen*). Os *Länder* começam agora a desenvolver sistemas normalizados de avaliação dos alunos nas disciplinas de Biologia e de Física (CITE 1 e CITE 2) que serão introduzidos nos anos mais próximos. Estes sistemas surgem na sequência da introdução, em Dezembro de 2004, de normas educativas nas disciplinas de Biologia, Química e Física no nível CITE 2. Essas normas educativas são vinculativas para todos os *Länder*, cabendo ao Instituto referido a responsabilidade pelo subsequente desenvolvimento, bem como pela criação e administração de sistemas normalizados de avaliação dos alunos.

Na Letónia, serão introduzidas de modo faseado, ao longo de um período de três anos a partir do ano lectivo 2005/06, novas normas na disciplina integrada de Ciências, assim como em Física e em Biologia. Essas normas colocarão maior ênfase no trabalho de pesquisa/investigação, convertendo-o num objectivo determinante para os alunos.

Na Áustria, onde estão actualmente a ser testadas em escolas-piloto normas nacionais no domínio da educação nas disciplinas de Alemão e Matemática no final dos níveis CITE 1 e 2 e em Inglês no final do nível CITE 2, estão a ser tomadas medidas para desenvolver normas equivalentes para as disciplinas de Física, Química e Biologia, embora não exista neste momento nenhum calendário ou projecto específico.

Na República Checa, foi criado um Centro para a Avaliação do Sucesso Escolar com vista ao desenvolvimento de um sistema de controlo e avaliação. Um projecto com uma duração de quatro anos, com conclusão prevista para 2008, dará particular atenção, entre muitos outros aspectos, à avaliação dos alunos

em momentos decisivos da escolaridade obrigatória (o quinto e nono anos). Também na Lituânia decorreram projectos-piloto (o primeiro entre 2001 e 2003 e o segundo entre 2004 e 2006) sobre avaliação dos alunos (e, especificamente, sobre a avaliação que é registada). Foi também criado em 2003 um Centro Finlandês de Avaliação do Ensino, com o propósito de avaliar o ensino e a aprendizagem, contribuir para o desenvolvimento da avaliação e promover a investigação na área da avaliação. Esta especificação de normas educativas integra-se num fenómeno à escala internacional, embora o âmbito de aplicação dessas normas e a sua relação com o currículo de Ciências varie consoante o país. Em sistemas federais onde a educação é remetida para, ou é da responsabilidade das Comunidades ou regiões, é muito provavelmente a nível regional que é dada uma resposta individual à publicação de normas “nacionais”. Por oposição, num sistema centralizado, um plano de estudos nacional pode especificar e estipular os conhecimentos e níveis de desempenho que se prevê que todos os alunos atinjam em diferentes estádios da escolaridade obrigatória. Na maioria dos casos, a especificação de normas implicou uma revisão curricular radical ou mesmo uma reformulação completa dos programas de ciências. Na Finlândia, por exemplo, embora não haja exames nacionais nem no nível CITE 1 nem no nível CITE 2, o novo plano de estudos central nacional define critérios de avaliação.

Alargamento das Actuais Disposições em Matéria de Avaliação à Área das Ciências

Nalguns países, a avaliação dos alunos à escala nacional já é uma realidade, embora não contemple disciplinas de natureza científica.

Na Dinamarca, todas as disciplinas de ciências passarão, a partir de 2007, a ser avaliadas no final da escolaridade obrigatória. Prevê-se que essas provas sejam realizadas por meios electrónicos. Também em 2007 se organizarão em França avaliações normalizadas das disciplinas de ciências, as quais se repetirão aproximadamente de 5 em 5 anos. Em Portugal, os exames nacionais no nível CITE 2 serão em breve alargadas às disciplinas de ciências e o Ministro da Educação pondera actualmente a implementação de uma prova de avaliação final à escala nacional no fim do quarto ano de escolaridade.

Em Malta, o Currículo Nacional Mínimo (1999) inclui as Ciências como uma das suas disciplinas nucleares, mas as Ciências não estão incluídas nas disciplinas actualmente avaliadas no final do ensino primário. Decorre ainda o debate sobre essa inclusão, mas não foi fixado nenhum calendário. Também em Malta acaba de ser efectuada pela unidade MASTEC da Universidade de Malta uma revisão do actual sistema de Certificado Nacional, tendo sido apresentadas várias propostas em matéria de avaliação.

Também na Polónia se discute neste momento a avaliação dos alunos na área das ciências, a par de um debate sobre currículos nucleares nesta área em todos os níveis do sistema educativo. Em Itália, o *Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema Educativo di Istruzione e di Formazione* examina a utilização de testes na área das ciências (bem como nas disciplinas de Italiano e Matemática) nos níveis CITE 1 e 2, mas ainda não é certo que esses testes venham a ser utilizados para fins de avaliação ou certificação.

Alargamento do Leque de Competências Avaliadas

Vários países referem um alargamento dos objectivos da avaliação dos alunos nas disciplinas de ciências e/ou mudanças nas técnicas de avaliação. Na Estónia, o Centro de Desenvolvimento Curricular da Universidade de Tartu prepara actualmente um novo currículo. Com introdução programada para 2007, o sistema de avaliação reflectirá a importância atribuída no novo currículo à aprendizagem orientada para a pesquisa e a descoberta, bem como à capacidade de formulação de hipóteses e de participação na discussão de questões científicas.

No Reino Unido (Inglaterra), a actual revisão do Currículo Nacional para a fase *Key Stage 3* inclui uma revisão da avaliação dos alunos nas disciplinas de ciências. É proposta uma revisão das descrições dos níveis – que proporcionam uma base normalizada para formulação de juízos sobre o desempenho dos alunos –, de modo a reflectir a colocação de uma nova ênfase nas “grandes ideias” e nos processos fundamentais na área das ciências e a apoiar de forma mais eficaz a avaliação formativa efectuada pelos professores. Outras mudanças actualmente em apreço incluem o equilíbrio entre as competências de pesquisa e a capacidade para recordar/compreender noções teóricas, bem como o equilíbrio entre a avaliação efectuada pelos professores e os testes corrigidos por entidades externas. A partir de 2011, na sequência da introdução, em 2008, do novo programa de estudos para os alunos de 11 anos, as escolas utilizarão novos testes para os alunos de 14 anos.

Na Grécia, a aprovação de uma lei pelo Parlamento grego irá provavelmente conduzir a um sistema de avaliação de alunos que atribui uma maior importância às competências associadas às ciências do que à mera capacidade para recordar conteúdos científicos.

Utilização de Técnicas de Avaliação Inovadoras

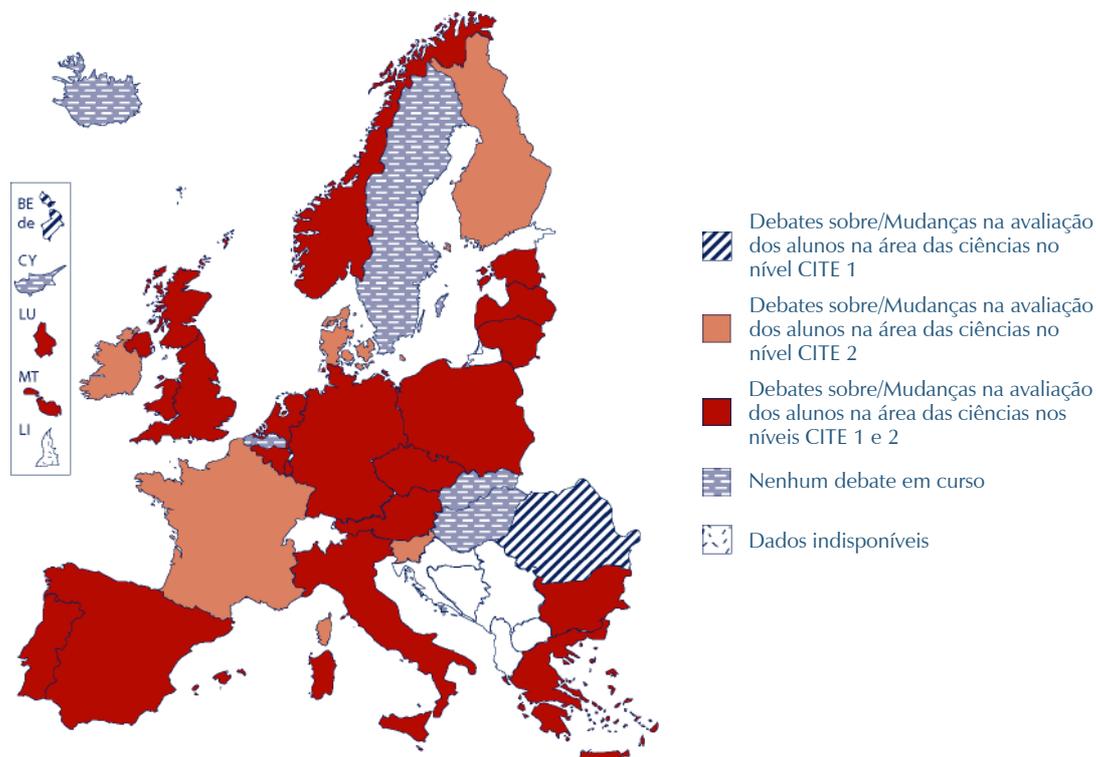
Nos Países Baixos, o centro de avaliação CITO desenvolveu novos tipos de técnicas de avaliação e testes, de modo a reflectir uma ênfase curricular e pedagógica na aprendizagem baseada na pesquisa. Além disso, os resultados de um recente estudo-piloto levaram à decisão de tornar a utilização de computadores parte integrante dos exames VMBO nacionais de Física a partir de 2007. O mesmo acontecerá no caso da Biologia a partir de 2008. A utilização de computadores permitirá avaliar novos tipos de competências, como seja a capacidade para realizar experiências virtuais e examinar o comportamento animal. Na Irlanda, a colocação de uma maior ênfase nas actividades práticas nas disciplinas de ciências no nível CITE 2 conduzirá à avaliação directa dessas actividades e representará 35% da nota final de cada aluno: 10% serão atribuídos aos trabalhos realizados durante os três anos do curso de ciências e 25% a projectos específicos.

Na Eslovénia, o Comité Consultivo do Departamento de Ciências do Instituto Nacional da Educação desenvolveu um sistema de “avaliação autêntica” e apostou na formação dos chamados “multiplicadores de professores”, responsáveis pela divulgação de práticas inovadoras na avaliação dos alunos e pelo esclarecimento da respectiva influência a nível dos métodos de ensino. Foi desenvolvida uma vasta gama de técnicas de avaliação, que incluem a utilização de computadores para a realização de testes, a avaliação do desempenho de grupos, entrevistas, observação, elaboração de portfólios, exposição ou demonstração de projectos e uma série de outras técnicas não tradicionais de realização de testes. Também na Eslovénia, foi tomada a decisão, a vigorar a partir do ano lectivo 2005/06, de abolir os exames nacionais no final do primeiro ciclo de escolaridade, eliminar a obrigatoriedade dos exames no final do segundo ciclo e não utilizar para fins de certificação os exames no final do terceiro ciclo.

Na Finlândia, o elevado nível de desempenho dos alunos demonstrado no estudo internacional sobre o sucesso escolar (PISA) em 2003 e em 2006 não conduziu a mudanças no sistema de avaliação, mas propiciou a investigação das razões subjacentes a esse sucesso.

No Reino Unido (Inglaterra), as mudanças que estão a ser consideradas no tocante à avaliação dos alunos de 14 anos, incluem a introdução de testes electrónicos (o que dá a possibilidade de os organizar “a pedido”).

Quadro 4.4: Debates/Reformas no domínio da avaliação dos alunos na área das Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05



Fonte: Eurydice

Designações e objectivos dos exames (partes de exames)/provas nacionais normalizados de Ciências (Quadros 4.1 e 4.2), (CITE 1 e 2), 2004/05

	CITE 1		CITE 2	
	Designação/Natureza do exame/prova	Objectivo do exame/prova	Designação/Natureza do exame/prova	Objectivo do exame/prova
DE	Estão actualmente a ser desenvolvidas provas em todos os <i>Länder</i> com vista à sua introdução num futuro próximo. Baden-Vurtemberg, Baviera e a Renânia do Norte-Vestefália anunciaram a introdução de semelhantes provas			
EE	Provas nacionais normalizadas no final da fase II (grau 6). As disciplinas a examinar são decididas todos os anos pelo Ministério da Educação e Investigação. Em 2002 e 2003, foi a disciplina de Ciências	Avaliação	Exame final do ensino básico. A língua materna e Matemática são obrigatórias. Os alunos podem escolher entre Física, Química, Biologia, História e Geografia	Avaliação e certificação
EL	(-)	(-)	(i) Exame de transição no final do ano: primeiros dois anos do nível CITE 2 (ii) Exames de aprovação final no fim do ano: último ano do nível CITE 2	Avaliação Certificação
IE			Exame para obtenção do <i>Junior Certificate</i>	Certificação
LV	Prova nacional de Ciências Naturais como disciplina integrada	Avaliação	Prova nacional de Ciências Naturais	Certificação e avaliação

	CITE 1		CITE 2	
	Designação/Natureza do exame/prova	Objectivo do exame/prova	Designação/Natureza do exame/prova	Objectivo do exame/prova
LT	Ciências integradas (Grau 4)	Avaliação	Ciências integradas (Grau 6); Biologia, Física e Química nos Graus 8 e 10	Avaliação em ambos os casos
MT		(-)	(i) Exames escolares anuais (ii) Certificado nacional do ensino secundário no final da escolaridade obrigatória	(i) Avaliação (ii) Certificação
NL	Prova no final da escola primária (parte) e sistema de controlo de alunos – orientação mundial (parte)	Avaliação em ambos os casos	Exames nacionais de Física e Biologia (ensino secundário pré-profissional – VMBO)	Certificação em ambos os casos
PL	Prova nacional no final do ensino primário	Avaliação	Exame nacional no final do ensino secundário geral (<i>gymnasium</i>)	Certificação e avaliação
SI	(-)	(-)	Provas nacionais de Física e Biologia	Certificação em ambos os casos
UK-ENG	Avaliação do Currículo Nacional aos 11 anos	Avaliação	Avaliação do Currículo Nacional aos 14 anos	Avaliação
UK-WLS	Avaliação do Currículo Nacional aos 11 anos (a partir de 2004/05: facultativa; a partir de 2005/06: apenas a cargo dos professores)	Avaliação	Avaliação do Currículo Nacional aos 14 anos (a partir de 2005/06: apenas avaliação pelos professores e tarefas de avaliação normalizada)	Avaliação
UK-NIR	Avaliação do nível <i>Key Stage 1</i> (avaliação pelos professores). Os testes de transferência facultativos feitos aos 11 anos abrangem ciências. Deixarão de se realizar a partir de 2008	Avaliação	Avaliação do Currículo da Irlanda do Norte no nível <i>Key Stage 3</i> (avaliação a cargo dos professores e avaliação externa) aos 14 anos	Avaliação
UK-SCT	(-)	(-)	Ciências, Biologia e Física do nível <i>Standard Grade</i> Níveis intermédios 1 e 2 de Ciências, Biologia e Física	Certificação em ambos os casos
IS	(-)	(-)	Exame de Ciências Naturais coordenado à escala nacional	Avaliação e certificação

Fonte: Eurydice

INVESTIGAÇÃO NO DOMÍNIO DO ENSINO DAS CIÊNCIAS

E FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Martine Méheut, professora catedrática no Institut Universitaire de Formation des Maîtres de l'académie de Créteil (traduzido e comentado por Edgar Jenkins, professor catedrático na Universidade de Leeds)

Introdução

A investigação no domínio do ensino das ciências visa o desenvolvimento de competências de elevado nível (formação de conceitos, construção de modelos, resolução de problemas e procedimentos científicos), sendo um campo cuja importância aumenta de forma célere no domínio do ensino de ciências.

Às competências comportamentais (saber como operar equipamentos) e às competências cognitivas de baixo nível (por exemplo, a capacidade para aprender e repetir definições e leis, aplicar fórmulas, resolver problemas normalizados) é atribuída uma menor prioridade devido, em parte, à evolução da informática e dos sistemas de processamento automático. Assim, o ensino das ciências tem vindo a transformar-se, passando a dar mais atenção às competências cognitivas de nível mais elevado que não podem ser adquiridas através de métodos baseados essencialmente na aprendizagem por repetição e num modelo de ensino de transmissão.

Há uma necessidade de considerar a investigação no domínio do ensino das ciências num contexto social mais amplo e, em particular, uma necessidade de capacitar o maior número possível de pessoas para desempenharem plenamente o seu papel de cidadãos em sociedades científica e tecnologicamente avançadas. Isso requer uma compreensão não só dos conhecimentos científicos e dos desenvolvimentos tecnológicos a eles associados, mas também da natureza das ciências e dos seus métodos, juntamente com uma aptidão para apresentar todo um conjunto de argumentos científicos em debates públicos de grande alcance, passíveis de envolver questões ambientais, económicas, sociais e éticas. Esta perspectiva está reflectida em vários currículos de ciências e normas pedagógicas desenvolvidos desde 1990. Encontra-se particularmente explícita em projectos como: *Science for All Americans* (AAAS 1989, NRC, 1996), *Science in the New Zealand Curriculum* (Ministério da Educação, 1993), *The English National Science Curriculum* (www.curriculumonline.gov.uk), *The Pan Canadian Science Project* (Concelho dos Ministros da Educação, 1997) e *PISA* (OCDE, 2001).

É obviamente necessário determinar algumas prioridades entre o grande número de objectivos para o ensino das ciências que esta perspectiva proporciona: a escolha não cabe simplesmente aos investigadores. Os investigadores em matéria de ensino e aprendizagem das ciências procuram abrir esta perspectiva e lançar pistas quanto à viabilidade e aos efeitos de diferentes abordagens do ensino das ciências. Baseando-se noutras disciplinas, em particular, a Psicologia, a Filosofia e História das Ciências e a Linguística, procuram explorar o potencial de diferentes formas de aumentar a motivação dos estudantes, o seu prazer de aprender, a sua percepção das ciências e a eficácia de diversos métodos de ensino e aprendizagem no desenvolvimento das competências desejadas.

As questões gerais podem desagregar-se em diferentes perguntas.

- Que abordagens do ensino e da aprendizagem se devem preferir?

Esta pergunta implica uma certa reflexão sobre as várias ciências e suscita uma questão sobre as possíveis fases no desenvolvimento do conhecimento e competência científicos. Assim, é dada especial atenção à investigação respeitante ao ensino e à aprendizagem de conceitos científicos, (A.1 e A.2), ao desenvolvimento de procedimentos científicos (A.3) e às competências associadas à argumentação (A.5).

- Que contribuições específicas poderão prestar os computadores para o ensino e aprendizagem das ciências?

A utilização das tecnologias da informação e comunicação tem tido múltiplas consequências. A questão aqui (A.4) está em saber o que é que estas tecnologias trouxeram de concreto ao ensino das ciências, ao serem utilizadas, por um lado, para recolha e tratamento da informação e, por outro, para simulações.

- Como é possível motivar os alunos?

Neste contexto, será dada atenção aos factores passíveis de aumentar o interesse de crianças e adolescentes pelos estudos científicos (A.6).

Poder-se-ia igualmente colocar a questão da divulgação de novas abordagens do ensino de ciências, e, desse modo, da formação de professores, uma questão que surge sob uma variedade de formas de acordo com a incidência da investigação relevante.

- Quais são as concepções normalmente adoptadas pelos professores estagiários de ciências e pelos que já se encontram no activo sobre as ciências e sobre a forma como deverão ser ensinadas (B.1)?
- Qual é a natureza dos conhecimentos profissionais que contribuem para o desenvolvimento de competências pedagógicas em ciências (B.2)?
- Como devem os professores adoptar as inovações que lhes são sugeridas (B.3)?

O presente relatório não pode esgotar este assunto. Dada a riqueza deste domínio de investigação e tendo em conta o tempo disponível, foi necessário fazer opções. A abordagem adoptada foi a de apresentar alguns temas de investigação que são particularmente relevantes para a formação de professores de ciências, uma vez que esta abordagem oferece, para cada um dos diferentes temas, uma visão das perguntas que têm sido feitas e dos resultados que têm sido obtidos.

A. Investigação no Domínio da Aprendizagem de Disciplinas Científicas

A.1. Concepções e Raciocínio de Senso Comum

Concepções erróneas, ideias preconcebidas, imagens mentais, tipos de compreensão, ideias fenomenologicamente incipientes, raciocínio espontâneo, pensamento de senso comum: muitos estudos têm revelado uma série de diferentes modos de “ver” o mundo e de explicar fenómenos que se afastam significativamente dos processos científicos de explicação e raciocínio (ver, por exemplo, Tiberghien 1984; McDermott 1984; Driver, Guesne e Tiberghien 1985; Shipstone 1985; Johsua e Dupin 1993; Viennot 1996; Galili e Hazan 2000).

Alguns destes estudos ilustram formas como é representado um fenómeno ou um tipo de fenómeno particular. Existem, por exemplo, muitos estudos que tratam da compreensão de conceitos associados com a Electricidade, a Mecânica, a Óptica, a Química e a Biologia.

Outros estudos têm incidido mais sobre a identificação das estruturas gerais de raciocínio em que se baseiam os diferentes modelos utilizados para interpretar diversos fenómenos.

A.1.1. Alguns Exemplos de Conceitos

Numerosos estudos realizados em diferentes países (Tiberghien 1984; Shipstone 1985), envolvendo estudantes de diferentes idades e níveis de formação científica, têm demonstrado as fases por que passa o desenvolvimento da compreensão de circuitos eléctricos simples, antes da aquisição de um nível de compreensão compatível com as leis científicas como elas são actualmente leccionadas.

- Fio eléctrico simples: a electricidade é “consumida”; a “electricidade” parte de uma fonte (uma bateria, uma tomada) e viaja em direcção à parte do equipamento ou aparelho onde é “gasta”. De acordo com este modelo, um simples fio condutor ligando a fonte a um aparelho é suficiente para garantir o funcionamento do aparelho. Assim, ligar uma lâmpada ao terminal de uma bateria através de um fio condutor é suficiente para garantir que a lâmpada se acende.
- Circulação sequencial: a “corrente eléctrica” deixa a fonte e depois alimenta sequencialmente os vários componentes do circuito, enfraquecendo durante esse percurso antes de voltar à fonte para “recuperar a energia” que perdeu.
- Circulação com corrente constante: o valor da corrente fornecida por uma fonte permanece praticamente idêntico em todos os pontos de um circuito em série e não depende do circuito utilizado.

Estes tipos de raciocínio apresentam a electricidade e a corrente eléctrica como tendo propriedades que, em certos casos, se assemelham às do conceito de energia e, noutros, ao conceito de fluxo de corrente. O enfoque da primeira fase de desenvolvimento de conceitos no campo da corrente eléctrica deve, pois, incidir na construção e diferenciação dos conceitos de corrente, tensão e energia eléctrica.

No campo da Óptica, as fases de desenvolvimento ligadas à formação da imagem foram determinadas numa série de contextos (idade, nacionalidade) (Galili e Hazan 2000):

- uma “concepção holística”, também conhecida como “imagem em movimento”; se uma lente for parcialmente escurecida, apenas parte da imagem de um objecto pode passar através da lente (ou seja, uma parte da imagem “não consegue passar”);
- feixes de luz concebidos como “linhas de caminhos-de-ferro”; um feixe isolado que parte de um ponto é suficiente para transportar a informação relativa a esse ponto, podendo, assim, produzir a sua imagem.

Na área da Química, investigações envolvendo alunos na faixa etária dos 10 aos 15 anos em diversos países (Andersson 1990) revelaram uma incapacidade para distinguir as transformações físicas das químicas, e demonstraram que os alunos podem confundir combustão com fusão e combustão com evaporação, devido à presença de uma chama. Uma reacção química entre uma solução e um sólido pode ser interpretada como uma dissolução, e uma reacção entre dois sólidos ou duas soluções como uma mera mistura. Estes processos erróneos de interpretação dos fenómenos de fusão, evaporação, dissolução e mistura persistem por muito tempo nas explicações dos alunos sobre as transformações da matéria.

Os resultados dessa pesquisa permitem especificar o enfoque das primeiras fases do desenvolvimento de conceitos em Química: distinguir entre transformações físicas e químicas e a construção de ideias distintas, como o conceito de uma substância pura e de um elemento químico.

A.1.2. Estruturas do Raciocínio

A questão neste caso prende-se com a caracterização de estruturas gerais de raciocínio associadas ao modo como vários fenómenos são conceptualizados. Investigações realizadas sob esta perspectiva têm evidenciado o papel do tempo nas explicações dos alunos sobre os fenómenos e, em particular, sobre o papel do raciocínio linear causal (Viennot 1996). Enquanto as ciências raciocinam em termos das relações entre variáveis, o que leva ao princípio da co-variação (uma variável não se altera antes de outra nem tem um papel causal na alteração da outra), o raciocínio de senso comum implica uma narrativa, construída em termos de uma sucessão de eventos e na qual a inter-relação de causa e efeito tem um papel importante.

Estas narrativas podem referir-se a entidades de diferentes graus de abstracção: electricidade, corrente eléctrica, imagens e luz. Assim, por exemplo (ver A.1.1), ao interpretar o modo como um circuito eléctrico funciona, os alunos descrevem como uma “corrente eléctrica” flui através de um circuito e passa por sucessivas modificações ao cruzar-se com os vários componentes desse circuito no seu percurso. No caso da luz, a imagem que abandona o objecto iluminado depara com vários obstáculos (lente, espelho, ecrã), sendo, conseqüentemente, modificada: em particular, pode ser obrigada a parar ou invertida.

O mesmo tipo de raciocínio (linear e causal) pode ocorrer a um nível mais sofisticado quando os próprios elementos da narrativa se convertem nas variáveis. Uma ocorrência (uma alteração numa variável) pode aparentar ser a causa da ocorrência seguinte. Quando diferentes variáveis se alteram simultaneamente, é tida em conta uma única alteração em cada fase do raciocínio (Viennot 1996).

Assim, por exemplo, ao explicar a deslocação de uma superfície devido a uma diferença de pressão em ambos os lados (Méheut 1997), primeiramente os alunos apenas têm em conta a pressão que foi inicialmente alterada (a “causa” da deslocação) e esquecem a pressão exercida na outra face. É somente numa segunda fase do raciocínio que se apercebem que esta última pressão pode ter mudado devido à deslocação da superfície (presumem que uma alteração de pressão num lado causa a deslocação da parede e, desse modo, uma alteração de pressão no outro lado). De igual modo, a fim de interpretar o aumento de volume de um gás devido a uma subida da temperatura (mantendo constante a pressão externa), os alunos não recorrem às relações que regem as variáveis da pressão, do volume e da temperatura de um sistema, ou seja, as equações de estado, nas quais o tempo não é uma variável. Em vez disso, raciocinam de uma forma “linear” e sequencial: a variação da temperatura causa uma mudança da pressão que depois conduz a uma alteração do volume, que, por sua vez, origina uma nova alteração da pressão. Em vez de gerirem as alterações concomitantes nas duas variáveis, raciocinam por fases, sendo que cada fase tem apenas em conta uma única variável e o resultado de uma fase conduz “logicamente” à fase seguinte.

A.2. Mudança Conceptual

Os conceitos e modos de raciocínio de senso comum e a sua resistência à mudança através dos métodos tradicionais de ensino lançam luz sobre as dificuldades da aprendizagem específicas de um determinado domínio. Esse facto levou à investigação de estratégias de ensino susceptíveis de desenvolver formas de pensamento científico.

Têm sido realizados muitos estudos deste género, envolvendo o desenvolvimento e análise de abordagens de ensino em diversos domínios, nomeadamente, Mecânica, Electricidade, Óptica, Energia, Química e Estrutura da Matéria (Méheut e Psillos 2004).

Algumas das investigações realizadas enfatizam a autonomia dos alunos no processo de construção do conhecimento, especialmente a sua responsabilidade no desenvolvimento dos problemas a abordar e na organização dos procedimentos para os resolver (Lijnse 1995). Outras investigações atribuíram especial importância ao conflito cognitivo, ou seja, consciencializando os alunos das limitações da sua compreensão do mundo ao contradizer as suas previsões com experiências adequadas realizadas pelo professor (Dewey e Dykstra 1992; Ravanis e Papamichael 1995). Outros investigadores, porém, confiam numa análise circunstanciada dos conhecimentos que os alunos já possuem e nas suas respostas a questões, para sugerir actividades susceptíveis de conduzir aos resultados de aprendizagem desejados (Lemeignan e Weil Barais 1994; Robardet 1995).

A partir deste conjunto de trabalhos (Arnold e Millar 1996; Chauvet 1996; Galili 1996; Barbas e Psillos 1997; Gilbert e Boulter 1998; Komorek, Stavrou e Duit 2003; Viiri e Saari 2004), emerge gradualmente um consenso quanto à importância de efectuar dois tipos de análise prévia, de modo a identificar estratégias apropriadas de aprendizagem e ensino:

- uma análise do conhecimento científico relevante em jogo, do seu desenvolvimento e da sua eventual forma de utilização (para fazer previsões ou dar explicações);
- uma análise das dificuldades encontradas na aprendizagem e dos conceitos dos alunos.

Os resultados de análises deste tipo são depois utilizados numa nova situação de ensino e aprendizagem, baseada numa “reconstrução educativa” ou numa abordagem “elaborada” do ensino, que tem em conta o conteúdo a ser aprendido e a situação de ensino (Méheut e Psillos 2004).

Investigações deste tipo produzem diferentes tipos de resultados. Fornecem parâmetros de referência metodológicos para a construção de situações de ensino especificadas em termos de resultados de aprendizagem pretendidos, com base nos conhecimentos científicos a adquirir comparados com os conhecimentos prévios dos alunos.

Indicam o impacto de diferentes situações de aprendizagem no desenvolvimento cognitivo numa diversidade de domínios científicos.

Como se verá mais adiante (B.2), os resultados da investigação poderão contribuir para o desenvolvimento das competências profissionais de que os professores precisam para introduzir estratégias de ensino que tomem plenamente em conta as formas de pensar dos alunos.

A.3. O Papel do Trabalho Prático na Aprendizagem das Ciências

A.3.1. A Prática Existente

Parece não faltarem objectivos para a realização de trabalhos experimentais no ensino das ciências: entre outros, motivar os alunos, desenvolver competências de manipulação e melhorar a aprendizagem de conhecimentos, metodologias e atitudes científicas (Jenkins 1999).

Os objectivos relacionados com procedimentos experimentais continuam a aparecer com demasiada frequência de uma forma estereotipada (Leach e Paulsen 1999). Contudo, embora o ensino primário contemporâneo pareça mais aberto a actividades de investigação, entre as quais a testagem de hipóteses

desempenha um papel importante (Haigh e Forret 2005), as actividades práticas no ensino secundário são utilizadas sobretudo:

- para ilustrar conceitos científicos;
- para verificar uma lei científica; ou
- de uma forma indutiva (experiência, observação, medição e conclusão).

Pede-se, assim, ao aluno que realize uma série de tarefas práticas prescritas, faça observações e medições e tire conclusões que parecem óbvias, partindo sempre do princípio de que as mesmas não são conhecidas previamente.

Um estudo, baseado numa análise das notas de orientação para trabalhos práticos em várias disciplinas (Física, Química, Biologia) em sete países europeus, revela um objectivo comum a todos os países e disciplinas, nomeadamente, a familiarização com equipamentos e fenómenos (manipular equipamentos, provocar e observar eventos). Um objectivo menos comum a esses países e disciplinas é o de organizar uma estratégia para conduzir uma investigação. Os trabalhos práticos em Física parecem mais orientados do que em Química ou em Biologia para a aprendizagem de leis científicas e para a manipulação das relações entre variáveis (aprender a lidar com dados experimentais e utilizá-los para tirar conclusões). Em Química, o objectivo principal é “aprender a seguir um protocolo experimental”, enquanto em Biologia é dada mais atenção ao modo de condução de uma investigação (Tiberghien *et al.* 2001).

Os muitos estudos realizados em diferentes países revelam as dificuldades encontradas pelos alunos ao estabelecer a ligação entre a experiência e a teoria. As actividades práticas proporcionam poucas oportunidades para os alunos discutirem Física. A manipulação de equipamentos e a realização de medições ocupam uma parte importante do tempo dos alunos (Niedderer *et al.* 2002) e levam a actividades de rotina, em detrimento da reflexão sobre as suas experiências ou sobre questões teóricas conexas (Hucke e Fischer 2002).

As críticas e sugestões apontam para duas vertentes principais do desenvolvimento do trabalho experimental:

- facultar um cenário mais rico e diversificado acerca do que implica fazer ciência: formular e reformular uma questão ou um problema, formular uma hipótese, planejar experiências, melhorar um protocolo, controlar um conjunto de variáveis, recolha, análise e interpretação de informação, utilização de simulações, discussão, etc.;
- dar mais autonomia aos alunos: envolvê-los em mais tarefas abertas e permitir-lhes desenvolver actividades que requerem um nível cognitivo mais elevado.

Algumas destas sugestões fazem parte da ideia de desenvolver uma cultura científica, uma cultura que confere um lugar importante ao desenvolvimento de uma compreensão das actividades e procedimentos científicos pelos alunos.

A.3.2. Formulação e Testagem de Hipóteses

Na sequência do trabalho de Piaget, o desenvolvimento do raciocínio hipotético-dedutivo na aprendizagem das ciências tem sido objecto de muita investigação. Têm sido investigados diferentes tipos de tarefas. Nalguns casos, a ênfase tem sido colocada no estudo do efeito da alteração de determinadas variáveis (Millar 1996); noutros, os problemas são mais abertos, sendo deixada ao critério dos alunos a escolha das variáveis a estudar (Cauzinille *et al.* 1985; Flandé 2000).

Os aspectos a seguir referidos decorrem da investigação realizada junto de alunos na faixa etária dos 9 aos 14 anos (Cauzinille *et al.* 1985; Millar 1996; Flandé 2000; Millar e Kanari 2003):

- os alunos muito raramente consideram a possibilidade de se referirem espontaneamente a uma experiência ou medição quando procuram apoio para uma dada afirmação;
- efectuar uma experiência pode parecer suscitar dúvidas e conciliar opiniões divergentes: parece que os alunos tendem a utilizar experiências para testar uma hipótese sobre a qual não existe consenso;
- nestas idades, os alunos tendem a ter apenas uma variável em conta e, conseqüentemente, a ignorar alterações noutras variáveis;
- os alunos não sentem a necessidade de repetir uma medição; não se questionam, ao que parece, sobre a sua qualidade ou sobre a possibilidade de a melhorar;
- qualquer diferença entre duas medições que pretendem testar o efeito da alteração de uma variável é considerada significativa; é muito mais fácil para os alunos pensar nas variáveis como dependentes (duas medições serão suficientes para eles) do que como independentes;
- a dispersão nos resultados de medições constitui um problema; é necessário obter o mesmo resultado quando uma medição é repetida;
- os alunos só prestam atenção a possíveis fontes de dispersão dos resultados (incerteza das medições) quando as suas previsões não correspondem aos resultados que obtêm.

As experiências realizadas por Flandé (2000), em que se utilizam gráficos para apoiar o raciocínio dos alunos, descrevem a progressão feita por alunos entre os 10 e os 11 anos de idade em termos de separação de variáveis, formulação de hipóteses e construção e análise de procedimentos para testar essas hipóteses.

Por conseguinte, a investigação realizada revela os processos “espontâneos” adoptados pelos alunos, as possíveis fases no desenvolvimento de procedimentos experimentais/investigativos, e o tipo de situações passíveis de promover estas últimas. Assim, por exemplo, os alunos podem sugerir que se recorra a uma experiência para resolver divergências de opinião e que se pense na dispersão e na qualidade das medições que podem resultar de um conflito entre os resultados esperados e os resultados efectivamente obtidos numa experiência. A investigação relaciona o progresso dos alunos com um quadro de estratégias para lhes ensinar as fases necessárias, tendo em conta o seu nível de desenvolvimento cognitivo.

A.3.3. A Natureza da Investigação Científica

É óbvio que o papel do trabalho experimental nos currículos de ciências mudou desde os anos noventa. Inicialmente centrados na aprendizagem de competências de manipulação, por um lado, e na formação de conceitos, por outro, e organizados segundo descrições estereotipadas de “método científico”, esses currículos têm vindo gradualmente a dar mais atenção à natureza das investigações “abertas” tais como são conduzidas na própria ciência: a formulação de hipóteses, o desenvolvimento de equipamentos e de procedimentos experimentais, a selecção de dados a recolher e o seu tratamento, e a organização e comunicação dos resultados.

Estudos realizados com alunos com idades compreendidas entre os 15 e 17 anos mostram que este tipo de abordagem pode criar um sentimento de insegurança entre professores e alunos, deparando-se estes últimos com especiais dificuldades na concepção de procedimentos experimentais e na apresentação dos seus dados. Este facto suscita a seguinte questão: qual a melhor forma de ajudar os alunos a superar as

suas dificuldades? Quando essa ajuda é cuidadosamente estruturada, têm-se observado efeitos positivos tanto na aprendizagem de conceitos científicos como na compreensão da natureza da ciência por parte dos alunos (Haigh e Forret 2005).

A noção de desenvolvimento progressivo das competências dos alunos em matéria de investigação científica ao longo de vários anos resultou de estudos (Butler-Songer, Lee e McDonald 2003) sobre a utilização de normas no ensino das ciências (NRC 2000). Os autores deste estudo provam que um currículo assume várias formas diferentes consoante o contexto (tipo de escola e número de alunos), o professor e o nível de escolaridade dos alunos. Sugerem, por conseguinte, que se leve os alunos a participar em actividades que correspondam aos níveis de independência crescente necessária à investigação científica. A partir desta mesma perspectiva, Windschitl (2003) propõe uma progressão nas fases de investigação, desde as mais familiares (experiências de verificação e procedimentos prescritos) até formas mais autênticas de investigação, sejam elas guiadas (as questões são apresentadas aos alunos) ou abertas (são os próprios alunos que formulam as questões que deverão ser investigadas).

De acordo com Millar (1996), parece que os alunos com idades compreendidas entre os 9 e os 12 anos se colocam mais à vontade numa situação em que há que otimizar um efeito ou fenómeno e, subsequentemente (entre os 12 e os 14 anos), são capazes de avançar para uma abordagem mais científica de exploração das relações entre variáveis.

Investigações deste tipo tornam necessário esclarecer uma série de questões epistemológicas. Quais são as características essenciais do trabalho experimental? É possível verificar, refutar ou corroborar uma hipótese através de uma única experiência? Se sim, em que condições? Na realidade, as respostas a estas questões raramente são inequívocas, apesar de o desenvolvimento da investigação no domínio do ensino e da aprendizagem das ciências conduzir gradualmente a respostas mais precisas. Esta exigência de clarificação torna-se mais urgente quando se deseja ensinar a natureza da ciência, que hoje em dia constitui um aspecto importante dos currículos que procuram promover a ciência como um elemento de cultura geral (Osborne *et al.* 2003; Rudolph 2003; Abd-El-Khalick 2005; Hipkins e Barker 2005).

Este mesmo corpo de investigação sugere a possível existência de diferentes fases no desenvolvimento de investigações científicas cada vez mais abertas. De igual modo, evidencia o trabalho que ainda falta fazer neste campo, tanto no esclarecimento de objectivos como na sugestão de possíveis métodos que permitam aos alunos a aquisição das competências necessárias e ajudem os professores a descobrir estratégias de ensino apropriadas.

A.4. A Contribuição Específica das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)

As tecnologias da informação e comunicação (TIC) podem contribuir de diferentes formas para o ensino. Algumas são específicas das ciências, como acontece, por exemplo, quando funcionam como base de dados, quando facilitam exercícios de formação pessoal, ou permitem a transferência de informação e a aprendizagem à distância. A atenção dos investigadores no domínio do ensino das ciências tem-se centrado em duas formas de utilização das TIC que são mais específicas do ensino das ciências, nomeadamente, o registo e processamento automáticos de dados experimentais (o computador como ferramenta laboratorial) e a utilização de computadores para fins de simulação.

Hucke e Fischer (2002) questionaram a contribuição dos computadores para o ensino das ciências quando utilizados para tratamento de dados ou simulações. Concluíram que a primeira dessas utilizações não motiva os estudantes para a reflexão teórica. Talvez também reduza a atenção que os alunos prestam às

próprias experiências, atenção que é desviada para o funcionamento do computador em si. Em contrapartida, a utilização do computador para fins de simulação incentiva a reflexão teórica.

Vários estudos (Beaufils e Richoux 2003) preocupam-se com a possibilidade de visualizar modelos teóricos e desenvolver actividades que:

- exploram e manipulam modelos com o objectivo de desenvolver o conhecimento das suas características e adoptar as regras que regem o seu funcionamento;
- conduzem à construção de modelos, ou seja, à utilização de ferramentas das TIC para desenvolver modelos de fenómenos físicos.

Estas perspectivas encontram-se também patentes num estudo sobre a aprendizagem dos modelos básicos da estrutura da matéria (Méheut 1997). O enfoque escolhido inclui o desenvolvimento gradual pelos alunos com 12 a 13 anos de idade, que frequentam *collèges* em França, de um modelo de matéria específico, construído à luz das actividades projectadas para prever e explicar a termoelasticidade dos gases. Poderá igualmente referir-se o trabalho de Buty (2003), que explora o potencial de aprendizagem e os limites da utilização de um software de simulação de óptica geométrica, de forma a compreender como é que as lentes levam à formação de imagens.

Ensaio realizados têm demonstrado que, quando existe uma coordenação entre as actividades de experimentação e de simulação, estas últimas podem actuar como uma “ponte cognitiva” entre a teoria e a experiência prática. Assim, Niedderer *et al.* (2002) relatam que, enquanto as actividades experimentais normais atribuem importância à manipulação de equipamentos e à realização de medições, a utilização de simulações electrónicas apropriadas encoraja a reflexão teórica. Goldberg e Otero (2001) descrevem algumas das actividades cognitivas que acompanham os processos envolvidos na tarefa da conceptualização. Estas são inicialmente mais intensas quando se trata de simulações (a fase de construção de modelos), do que em actividades experimentais (relacionando o modelo e a experiência).

Bisdikian e Psillos (2002) interessam-se, em especial, pelo papel que os gráficos podem desempenhar como intermediários entre os fenómenos físicos e a teoria, tendo investigado os processos cognitivos dos estudantes numa série de actividades que envolvem a formulação de previsões, a manipulação de equipamentos, a realização de medições, simulações e a comparação de gráficos experimentais e gráficos obtidos através das simulações. O mesmo género de actividades integradas pode ser encontrado na sequência proposta por Zacharia (2003), envolvendo previsões, simulações e explicações.

Estes vários estudos lançam algumas dúvidas sobre os benefícios obtidos com a utilização de alguns tipos de TIC (registo de dados e processamento automático de dados) no ensino das ciências e sugerem alguns meios de integrar outros tipos de TIC (simulações) nos procedimentos que se afiguram particularmente produtivos em termos de actividades cognitivas dos alunos.

A.5. Discussões entre Alunos e Desenvolvimento de Capacidades de Argumentação

A ênfase dada desde os anos noventa à promoção da ciência como elemento de cultura geral tem levado a um interesse pelas capacidades de argumentação mobilizadas no contexto de debates sociocientíficos, que também são encarados como uma oportunidade para adquirir uma compreensão conceptual e epistemológica das ciências (Sadler e Zeidler 2005). Os estudos relevantes nesta matéria (Bell e Lederman 2003) revelam a importância de considerar outras dimensões pertinentes para esses debates – nomeadamente, emocionais, sociais e morais – e levantam questões quanto às relações estabelecidas nalguns currículos entre a aquisição de noções epistemológicas (compreender a natureza da ciência) e o desen-

volvimento das capacidades utilizadas em debates sociocientíficos (uma capacidade para reconhecer afirmações pseudo-científicas e para aplicar o conhecimento científico à vida quotidiana).

Simmoneaux (2003) compara os tipos de argumentos desenvolvidos por alunos em aulas baseadas na interpretação de papéis com os adquiridos nas aulas centradas em discussões mais formais. Mostra que os primeiros favorecem algumas capacidades retóricas (provocação, suspeição, ironia), sendo os últimos mais propícios à argumentação racional.

Grace e Ratcliffe (2002) estudaram os valores e conceitos existentes entre alunos que participam em debates sobre a conservação das espécies. Comparam os resultados obtidos em termos dos conceitos esperados por peritos e professores e mostram a importância dos juízos de valor nos debates. Concluem que é importante utilizar debates de diferentes tipos, de forma a promover o desenvolvimento conceptual. Sadler e Zeidler (2005) distinguem diferentes tipos de raciocínio que podem surgir nestes vários contextos e subscrevem a importância da escolha dos tópicos para debate, podendo alguns deles privilegiar a vertente emocional em detrimento da racional.

Zohar e Nemet (2002) relatam os resultados de uma unidade de ensino destinada a desenvolver a compreensão da Genética pelos alunos e as suas capacidades de argumentação. Esta unidade inclui o ensino da Genética, bem como os princípios da argumentação e o papel que desempenham no debate. Os autores concluem que a unidade é eficaz tanto na promoção da compreensão da genética como na melhoria das capacidades de argumentação dos alunos (conclusões tiradas menos precipitadamente, melhor qualidade argumentativa, conteúdos mais sofisticados).

Mork (2005) revê razões possíveis para a limitada utilização pelos professores de actividades destinadas a promover capacidades de argumentação: tais capacidades são difíceis de adquirir e têm de ser aprendidas de um modo específico; as actividades necessárias são morosas e os recursos de que os professores precisam para as planificar e gerir não se encontram suficientemente desenvolvidos. Recorrendo à tipologia sugerida por Mortimer e Scott (2003), é sugerido um tipo de comunicação “interactiva e dialógica” que contrasta com a comunicação não-interactiva e autoritária, sendo passível de melhorar a qualidade do debate na sala de aula. A autora analisa as intervenções do professor em função do seu objectivo: assegurar a exactidão das informações trocadas, restabelecer o enfoque do debate e alargá-lo, reabrir o debate em caso de impasse, incentivar a participação dos alunos e gerir a utilização das palavras.

A investigação acima delineada pode ser utilizada para auxiliar os professores a escolher o tipo de debate susceptível de conduzir ao tipo de capacidades de argumentação que pretendem promover e para orientar as suas intervenções durante as discussões na sala de aula. Também pode sugerir critérios para a avaliação das competências de argumentação dos alunos.

A.6. O Significado dos Tópicos Leccionados para Fins de Motivação dos Alunos

Esta questão surgiu nos anos sessenta e setenta do século passado como resultado da investigação dos interesses dos alunos pelas ciências e das suas atitudes face ao ensino das ciências nas escolas. Nessa altura, não houve, aparentemente, grandes desenvolvimentos, talvez devido à falta de ferramentas teóricas e metodológicas apropriadas (Ramsden 1998).

Mais recentemente, vários estudos revelaram um panorama mais geral dos aspectos das disciplinas científicas (Biologia, Tecnologia, Astrofísica, Ciências da Terra, Química e Física) que atraem os alunos em maior ou menor grau. Estes estudos revelaram também que os alunos gostam das actividades práticas e de associar as noções de ciências aprendidas na escola à vida quotidiana, não lhes agradando o ensino

das ciências que poucas oportunidades lhes oferece para exprimirem as suas opiniões (Dawson 2000; Osborne e Collins 2001; Baram Tsabari e Yarden 2005).

A abordagem adoptada por Häussler e pelos seus colaboradores (1987, 1998, 2000) assenta no estabelecimento de uma distinção entre a dimensão pessoal e a situacional. A intenção consiste em distinguir qualidades intrínsecas aos alunos das que derivam da situação de aprendizagem. Häussler (1987) propõe que se caracterize esta última em termos de três componentes: áreas científicas (Óptica, Mecânica), contexto (ciência como esforço intelectual, aplicação da ciência à vida quotidiana, preparação para o mundo de trabalho, as relações sociais da ciência) e abordagem pedagógica (transmissão e recepção, resolução de problemas, discussões nas aulas). As questões que giram em torno da motivação dos alunos poderão depois ser reformuladas em termos de factores pessoais (idade, género) e de factores contextuais relacionados com a situação de aprendizagem. Trata-se, pois, de investigar o modo como estes factores interagem em termos da motivação dos alunos.

Quanto às disciplinas científicas, parece que raparigas dos 8 aos 14 anos de idade se interessam mais por Biologia do que por Química ou Física, havendo uma maior diversificação de interesses entre os rapazes das mesmas idades, que se interessam ligeiramente mais pela Física do que pela Biologia (Stark e Gray 1999).

A investigação realizada por Häussler (1987) junto de alunos na faixa etária dos 11-16 anos em diferentes *Länder* na Alemanha demonstra que:

- as raparigas interessam-se menos por Física do que rapazes, diminuindo essa diferença com o avançar da idade;
- regista-se uma ligeira diminuição do interesse pela Física com o avançar da idade, tanto por parte dos rapazes como das raparigas;
- os rapazes e as raparigas interessam-se por aspectos diferentes da ciência, tendo as raparigas um interesse igual ou um pouco menor do que os rapazes pela luz, som e calor, e um interesse muito menor pela mecânica, a electricidade e a radioactividade;
- as diferenças entre os géneros são igualmente evidentes a nível do contexto do ensino e da aprendizagem, sendo as raparigas fortemente atraídas por carreiras no domínio das Artes, Medicina ou Ciências Sociais, e os rapazes demonstram preferência pela Física, como investimento intelectual e pela preparação para profissões técnicas e de investigação.

Os investigadores concluem que, de modo geral, as diferenças de interesses devidas ao género não são muito significativas, mas que existe uma característica constante que emerge do seu trabalho: o interesse das raparigas pela Física reside na sua utilidade, nas suas relações com outras disciplinas e no seu significado para a vida quotidiana. Essa conclusão está de acordo com a que foi apresentada por Jones, Howe e Rua (2000), que mostram que as experiências extracurriculares dos rapazes (jogos electrónicos, foguetes, microscópios) são relevantes para a Física, enquanto as das raparigas estão mais intimamente ligadas à Biologia (observar aves, semear, plantar). Os interesses dos rapazes e das raparigas pelas disciplinas científicas ensinadas na escola são muito divergentes, dando os rapazes uma maior preferência às disciplinas técnicas (aviões, computadores, novas fontes de energia) enquanto as raparigas preferem disciplinas que se prendem mais com a percepção e o dia-a-dia (cores, regimes alimentares, comunicação com os animais e SIDA).

Uma reinterpretação (Häussler *et al.*, 1998) das conclusões deste estudo anterior (Häussler, 1987) conduz à identificação de três perfis de alunos diferentes: perfil A, que se poderia rotular de “técnico-cientí-

fico”; perfil B, “humanista” e perfil C, “cidadão”. Os alunos que se enquadram no perfil A (cerca de um quarto do total) revelam um forte interesse pelas ciências como actividade intelectual e por artefactos e carreiras de tipo tecnológico. Este grupo é maioritariamente constituído por rapazes (4/5). Os que correspondem ao segundo perfil (pouco menos de metade de todos os alunos) estão principalmente interessados na compreensão dos fenómenos naturais e das suas consequências para a Humanidade. A proporção de rapazes e de raparigas neste grupo é idêntica (1/2). O interesse principal do outro grupo (perfil C, cerca de um quarto de todos os alunos) é o impacto da Física na sociedade, sendo este grupo composto maioritariamente por raparigas (3/4). As diferenças entre géneros são, pois, mais acentuadas no primeiro e terceiro perfis, apresentando-se o segundo dividido equitativamente pelos dois sexos e, além disso, como o mais estável em termos etários. Em contrapartida, o primeiro perfil evidencia um claro decréscimo, e o terceiro um acréscimo, no que se refere às diferenças entre géneros com o avançar da idade.

Estudos complementares permitiram a Häussler e Hoffmann (2000) concluir que existe consenso entre “peritos” (cientistas, engenheiros, professores) relativamente a que o ensino das ciências deveria ter em conta assuntos sócio-económicos e a preparação dos alunos para futuros empregos. Contudo, existe também alguma divergência de pontos de vista: um grupo daria ênfase a conceitos e métodos científicos, o outro aos aspectos técnicos e práticos da ciência. Os próprios alunos estão muito interessados nos aspectos socioeconómicos, práticos e pessoais da ciência, que não constam dos currículos científicos tradicionais. Estes resultados foram utilizados para conceber “unidades de ensino” que têm conduzido a benefícios cognitivos e afectivos a médio prazo, sobretudo no caso das raparigas.

Esta investigação no campo do ensino das ciências ilustra e complementa o que já é conhecido sobre estilos cognitivos como resultado de outros trabalhos no campo das diferenças entre géneros. Estas diferenças podem ser geralmente descritas em termos de abordagens opostas, tais como a analítica/sistémica, a quantitativa/qualitativa, a de resultados/processos, a de concorrência/cooperação e a objectiva/subjectiva (Hildebrand 1996). Para as raparigas, o contexto é particularmente importante, mostrando-se os rapazes mais centrados na tarefa em si, independentemente do contexto. As raparigas também revelam uma preferência por estilos cooperativos de trabalho e pela discussão.

Convém igualmente mencionar o Projecto sobre a Relevância do Ensino das Ciências, Relevance of Science Education Project (ROSE), dirigido por C. Schreiner e S. Sjöberg da Universidade de Oslo (<http://www.ils.uio.no/forskning/rose/>). O projecto tem por objectivo explorar as relações entre os meios culturais dos alunos e as suas respostas a uma série de questões. Participam 35 países e as questões abordam os interesses dos alunos, os critérios que invocam quando pensam numa profissão futura e as suas atitudes face às ciências a nível escolar. Os primeiros resultados deste projecto em curso parecem confirmar as conclusões de investigações anteriores, especialmente no tocante às diferenças entre géneros.

Importa ainda considerar duas questões que emergem da revisão de uma investigação realizada por Osborne, Simon e Collins (2003):

- A importância do professor: a eficácia de um currículo é negligenciável quando comparada com o que um professor entusiasta e competente é capaz de alcançar. Por outras palavras, o facto de o professor dominar bem a disciplina que ensina é um factor determinante.
- A relação entre atitudes e resultados de aprendizagem: as conclusões da investigação neste domínio parecem ser contraditórias. Enquanto alguns estudos revelam uma correlação positiva entre a motivação dos alunos e a qualidade da aprendizagem (Zusho *et al.* 2003), outros não evidenciam esse aspecto (Osborne, Simon e Collins 2003).

B. Investigação no Domínio do Trabalho e da Formação de Professores de Ciências

Nesta secção é dada particular atenção aos professores de ciências, aos factores que determinam os seus métodos de ensino e aos meios pelos quais esses métodos são desenvolvidos, e, desse modo, à forma como os professores são formados. As questões relevantes são analisadas sob diferentes pontos de vista.

Alguns estudos dão especial atenção, por um lado, à compreensão da ciência pelos respectivos professores e, por outro, à aprendizagem das ciências pelos alunos, sugerindo-se a hipótese de ser o quadro conceptual do próprio docente que molda a forma como este ensina ciências.

Outros estudos incidem directamente sobre a prática profissional dos professores, sendo nesse caso necessário investigar o que determina práticas pedagógicas diferentes e os modos como elas mudam. Outros estudos, porém, têm explorado a forma como são divulgadas as práticas inovadoras, encarando o docente de ciências como destinatário e modificador das intenções e das estratégias de ensino elaboradas por outros.

B.1. O Conhecimento das Ciências e do seu Ensino pelos Professores e Respectivo Desenvolvimento

Entre os numerosos estudos que mostram que os professores de ciências persistem em defender pontos de vista designados por empíricos qualificados ou incipientemente empíricos sobre a natureza da ciência (Van Driel, Verloop e De Vos 1998; Glasson e Bentley 2000; Abd-El-Khalick 2005), há um factor consistente que diz respeito ao papel atribuído pelos professores ao trabalho experimental no exercício da sua docência (A.3). Atribuem especial importância à observação, que encaram como capaz de conferir um valor absoluto aos valores obtidos por experimentação. Os professores subestimam o papel da teoria na realização de experiências e de observações, juntamente com o valor do conhecimento científico como meio de explicação e previsão.

Estas conclusões têm de ser precisadas por meio dos resultados de outros estudos, que mostrem que os professores podem apresentar pontos de vista contraditórios, dependendo das questões que lhes são colocadas. Uma visão empírica, decorrente da sua formação inicial, pode coexistir com uma perspectiva construtivista que provém do seu próprio meio cultural e atribui maior importância a enquadramentos teóricos, ao conhecimento e pensamento existente *a priori* e a questões sociais (Guilbert e Meloche 1993).

As relações entre o conhecimento que os professores possuem no domínio das ciências, o modo como conceptualizam a aprendizagem e a sua prática profissional são objecto de debate, afirmando alguns autores que existe um elo forte entre estes elementos, enquanto outros registam alguma divergência. Este facto pode eventualmente ser interpretado como uma falta de integração dos diferentes tipos de conhecimento que determinam o modo como os professores ensinam, evidenciando os professores principiantes uma menor coerência de pontos de vista do que os seus colegas mais experientes (Van Driel, Verloop e De Vos 1998).

Assim, por exemplo, Martinez Aznar *et al.* (2001) mostram que, apesar de alguma divergência em termos epistemológicos, os professores de ciências normalmente consideram o conhecimento científico como objectivo, neutro, e independente de qualquer contexto. É possível considerar a aprendizagem das ciências como o resultado da acumulação de elementos de compreensão provenientes de duas fontes principais: a transmissão de conhecimentos pelo professor e a actividade por parte dos alunos (experiências, observação).

Na sequência dos trabalhos de Koballa e Gräber (2001), ficou provado que é possível referir três modos possíveis de aprendizagem e de ensino das ciências na segunda fase da formação em duas universidades, uma americana e a outra alemã. Aprender pode ser visto como a aquisição de conhecimento científico, como a resolução de problemas científicos ou como o desenvolvimento de uma compreensão significativa. Os correspondentes modos de ensino são, respectivamente, a transmissão do conhecimento, o envolvimento dos estudantes na resolução de problemas e a interacção construtiva entre professores e estudantes.

Abd-El-Khalick e Lederman (2000) distinguem dois tipos de formação que visa o desenvolvimento conceptual: uma abordagem “implícita”, que pressupõe que a compreensão conceptual dos estudantes melhora à medida que eles se empenham em “fazer” ciência, e uma abordagem “explícita”, que recorre a elementos da História e da Filosofia da Ciência. Discutem a natureza incipiente da primeira abordagem e afirmam a necessidade de sugerir aos alunos os modos como o seu trabalho pode ser interpretado. Analisando os resultados obtidos por vários investigadores que trabalham com uma ou outra destas abordagens, concluem que a segunda abordagem é melhor quando julgada pelo instrumento de avaliação (escolha múltipla, escala de Likert e sistema de respostas fixas). De qualquer forma, quaisquer ganhos continuam a ser modestos. Discutem o peso do instrumento de avaliação no objectivo principal, que consiste em desenvolver a compreensão da natureza das ciências por parte dos alunos. Exortam ao desenvolvimento de programas de formação que incluam actividades científicas e as ferramentas para reflectir sobre estas, juntamente com o desenvolvimento e aplicação prática de actividades de ensino nesses moldes para serem utilizadas no trabalho com os alunos.

Trabalhando sob esta perspectiva, Abd-El-Khalick (2005) examinou o efeito de acrescentar um elemento da Filosofia da Ciência a um curso de métodos de ensino das ciências. Conclui que há benefícios significativos de que os formandos poderão tirar partido ao darem aulas. De igual modo, importa notar o estudo de Windschitl (2003), que alerta para os riscos de estabelecer fortes ligações entre a compreensão da natureza da ciência e a prática do ensino das ciências. Conclui que, quando se trata de realizar pesquisas científicas na sala de aula, a experiência pessoal em matéria de investigação científica é mais eficaz do que declarações formais sobre a natureza da ciência.

B.2. Análise dos Factores Determinantes na Prática dos Professores de Ciências; Promover o Desenvolvimento Profissional

A investigação aqui presente mostra a diversidade de factores susceptíveis de influenciar o modo como as ciências são leccionadas, a complexidade das competências profissionais exigidas e os diferentes programas de formação vocacionados para o desenvolvimento profissional.

Um conjunto de estudos mostra que existem ligações entre os conhecimentos e competências científicos dos professores, os modos como ensinam ciências e as consequências para os alunos. Parece que um baixo nível de competências científicas está associado a um tipo de ensino que deixa pouca margem para questões ou discussão (o uso de fichas de trabalho prescritivas, actividades experimentais simplificadas e um conjunto limitado de equipamentos) (Harlen e Holroyd 1997). Além disso, ficou demonstrado que o nível cognitivo atingido pelos alunos está relacionado com a competência dos seus professores na disciplina relevante (Jarvis e Pell 2004). Trabalhos deste tipo acentuaram a importância da componente científica na formação de professores.

Estudos que envolvem a noção de “conhecimento do conteúdo pedagógico” (PCK – *Pedagogic Content Knowledge*), proposta por Schulman (Gess-Newsome e Lederman 1999) ou a noção de “conhecimento

profissional de contextos específicos” (Morge 2003a), procuram desenvolver entre os professores os conhecimentos que são específicos do ensino de uma determinada disciplina. A ênfase é colocada na diversidade dos elementos necessários para leccionar a disciplina: experiência, conhecimento e competência pessoal, compreensão das dificuldades encontradas pelos alunos no processo de aprendizagem, compreensão dos objectivos do ensino das ciências e do currículo das ciências, e familiaridade com a variedade de métodos disponíveis para o ensino, juntamente com a competência para os avaliar.

Esses estudos mostram que os professores de ciências não têm consciência de algumas das concepções erradas dos seus alunos (especialmente daquelas que partilham) e que estas persistem após o ensino (como consequência de uma pedagogia inadequada). Mesmo quando os professores estão, em termos gerais, mais conscientes dessas dificuldades, também nem sempre sabem como ajudar os alunos a superá-las. Em muitos estudos é revelada a importância do conhecimento da disciplina científica relevante para o desenvolvimento do conhecimento do conteúdo pedagógico (PCK). Contudo, esse conhecimento não pode ser considerado como condição suficiente para um ensino eficaz; alguns professores com um elevado nível de conhecimentos da disciplina que leccionam mostram-se incapazes de ajudar os seus alunos a adquiri-los (Magnusson, Karcjik e Borko 1999).

Na sua análise de currículos que incluem o ensino sobre a natureza da ciência, Hipkins e Barker (2005) mostram que esses currículos carecem de clareza, devendo, por isso, ser discutidos e esclarecidos. Também salientam que, mesmo que os professores possuam bons conhecimentos gerais para abordar as questões relevantes, continua a ser-lhes difícil dar uma resposta apropriada no seu ensino, uma vez que lhes faltam recursos para desenvolver as necessárias competências de ensino profissionais.

Têm sido criadas numerosas estratégias para promover o desenvolvimento de tais competências em diferentes áreas disciplinares.

Aplicando a noção de PCK, Aaltonen e Sormunen (2003) fazem uso de quatro dimensões para investigar o efeito de um módulo de formação nas formas como os professores de ciências se preparam para as suas aulas: conhecimento do currículo, de métodos pedagógicos, dos estudantes e recursos e ferramentas para apresentar o conteúdo.

De Jong (2003) estuda o desenvolvimento do PCK entre professores em formação, em especial no tocante aos modelos e à sua construção. Este estudo realça as dificuldades com que os professores se deparam na concretização prática das suas ideias sobre estes dois aspectos da ciência. Morge (2003b) sugere um procedimento para dar formação aos professores na gestão das actividades que aproveitam as ideias obtidas pela investigação para o ensino das primeiras noções sobre a estrutura da matéria.

Utilizando também a noção de PCK, Haefner e Zembel-Saul (2004) sugerem um programa de formação de professores de ciências destinado a promover a aprendizagem das várias fases presentes nas actividades científicas e a sua subsequente aplicação nas aulas. Mostram que o desenvolvimento das ideias dos professores sobre a ciência resulta, em grande parte, da sua própria experiência como alunos. De forma a permitir aos futuros professores desenvolver uma compreensão suficientemente vasta da natureza da ciência, parece ser desejável colocá-los numa série de situações que, confrontando-os com um conjunto de dificuldades apropriadas, lhes permita chegar a compreender os vários aspectos envolvidos. Os investigadores conseguem igualmente demonstrar um crescimento efectivo em matéria de noções sobre o processo de ensino/aprendizagem, que, no começo da formação, é descrito pelos professores principalmente em termos de tarefas práticas dos alunos e de transmissão de conhecimentos pelo professor; no final da formação, os professores descrevem este processo como atribuindo um papel mais importante ao questionamento e ao trabalho interrogativo e experimental. Numa óptica semelhante, Windschitl (2003) estuda

os efeitos do envolvimento de professores nas várias fases de uma investigação científica aberta sobre o seu modo de ensinar. O investigador nota que a experiência profissional anterior à investigação influencia fortemente o êxito dos professores na iniciação dos seus alunos nessas fases nas suas aulas.

Morge interessa-se particularmente pela gestão que os professores fazem do trabalho dos alunos. O seu estudo oferece um exemplo de uma análise subtil de “conhecimentos profissionais específicos de cada contexto”, exclusiva de cada situação de ensino (as formas como os conceitos são expressos, os modos como os alunos aprendem e os argumentos à disposição dos professores) (Morge 2003a). Sugere situações de formação que simulam “gestão da aula”, enquanto procura as reacções dos formandos ao trabalho dos alunos e lhes permite analisá-las (Morge 2003b).

Esta colecção de estudos de investigação salienta, assim, a importância da competência disciplinar dos professores e da sua experiência pessoal dos processos que seriam supostos ensinar, insistindo igualmente no facto de essa competência e experiência constituírem uma condição necessária para um ensino eficaz que não é suficiente em si mesma. Os vários estudos mostram que também é essencial identificar e mobilizar os recursos pedagógicos apropriados para ensinar a matéria em questão, com base em teorias pedagógicas gerais e tendo em conta os aspectos específicos associados aos resultados de aprendizagem pretendidos, as dificuldades de aprendizagem conhecidas e as restrições impostas pelo contexto de ensino.

B.3. Professores como Destinatários e Transformadores de Intenções

A investigação neste domínio resulta da preocupação face à relativa ineficácia de diferentes tipos de inovação (novos cursos e, em particular, tecnologias da informação e comunicação) no que se refere a alterar a forma como os professores trabalham. Neste caso, os professores são considerados como destinatários de instruções formuladas em termos de cursos ou comunicadas por meios electrónicos.

Investigações realizadas sob esta perspectiva no âmbito de um projecto europeu, STISS (Pinto 2005; Stylianidou, Boohan e Ogborn 2005; Viennot *et al.* 2005), indicam os diferentes factores susceptíveis de influenciar o modo como os professores respondem à inovação. Uma vez mais se constata que o seu domínio dos conteúdos científicos, os seus pontos de vista sobre a natureza da ciência e sobre o ensino e a aprendizagem, bem como várias restrições (número de alunos, horário, equipamento), desempenham um papel importante.

A título de exemplo, uma equipa italiana (Stylianidou *et al.* 2000) demonstrou a importância dos diferentes factores que determinam a utilização de microcomputadores como ferramentas laboratoriais para ensinar procedimentos experimentais. Uma vez mais se destaca a importância da competência disciplinar, da experiência pessoal do trabalho laboratorial e da utilização de tecnologias da informação e comunicação, bem como uma compreensão dos processos de ensino e aprendizagem.

Uma equipa francesa (Stylianidou 2005) sugere que a reacção dos professores a um produto informático depende da “distância” entre esse produto e os conteúdos, da prática dos professores e das suas convicções. Quando esta “distância” é reduzida (o assunto é familiar ao professor e corresponde à sua prática e às suas convicções habituais), o professor pode adoptar prontamente o produto e utilizá-lo com êxito. Se a “distância” é grande, o produto é utilizado incorrectamente e fica frustrado o seu objectivo. Assim, por exemplo, a utilização de computadores para recolher e processar informação experimental é assimilada com maior facilidade na prática dos professores do que a das simulações informáticas, que exigem processos de construção de modelos que ainda hoje se encontram mal desenvolvidos no ensino das ciências. Este facto é confirmado por Zacharia (2003) que mostra que os professores estão menos familiarizados

com a utilização de computadores para fins de simulação do que para registar e processar informação; a sua opinião sobre o potencial de semelhantes simulações melhora significativamente a partir do momento em que utilizam os computadores com esse intuito.

Tudo isto leva a uma série de sugestões sobre a formação de professores de ciências. Deveriam ser-lhes dadas oportunidades para reflectir sobre os modos como usam simulações informáticas, ter em conta a prática e as recomendações de colegas, para depois planear, avaliar e comparar as suas próprias tentativas com o que é alcançado por outros professores (Stylianidou, Boohan e Ogborn 2005).

Viennot *et al.* (2005) sugerem que se auxilie os professores a tomar consciência da importância de alguns “pormenores” considerados críticos à luz das intenções dos inovadores, as dificuldades encontradas pelos alunos e o sucesso dos procedimentos propostos, do seguinte modo:

- explicando os objectivos, as várias perspectivas sobre aprendizagem e a importância atribuída às ideias partilhadas pelos alunos;
- fornecendo bibliografia adequada aos professores para que tenham em conta os seus próprios quadros conceptuais e os dos seus alunos;
- salientando os aspectos críticos da inovação através da análise das sugestões formuladas por outros professores.

Outros estudos (por exemplo, Davis 2003) apresentam em termos mais genéricos a questão da compatibilidade entre um currículo prescrito e os conceitos e valores dos professores. Dado que a reforma curricular não tem grande influência no modo de ensinar dos professores, esses estudos sugerem a adopção de uma abordagem “construtivista” da formação de professores. Insistem na importância de começar pelos próprios conhecimentos, conceitos e competências dos professores e de lhes permitir reflectir sobre os seus próprios conceitos de ensino e aprendizagem. Também insistem em oferecer aos professores a oportunidade de se formarem num contexto interactivo que ligue a prática de ensino e as discussões entre professores às descobertas da investigação. Com base nestes estudos, que se referem à implementação de um currículo concebido por outros e imposto aos professores, previnem que é difícil efectuar uma reforma e que é necessária uma visão a longo prazo em termos dos sucessos alcançáveis (mais de três anos). Distinguindo duas abordagens da reforma – implementação curricular (CI – *Curriculum Implementation*) e desenvolvimento e adaptação curriculares (CDA – *Curriculum Development and Adaptation*) –, defendem esta última abordagem, que envolve os vários intervenientes na área da educação e introduz mudanças através do desenvolvimento gradual das práticas de ensino.

Conclusões

Partindo da preocupação em melhorar o ensino das ciências e a formação de professores de ciências, a investigação no domínio do ensino das ciências tem desenvolvido, desde o seu aparecimento nos anos setenta, uma série de vertentes diferentes: estudos dos conceitos e modos de raciocínio associados ao pensamento de “senso comum”; desenvolvimento e validação de situações de aprendizagem; motivação dos alunos para a aprendizagem das ciências; construção e utilização de sistemas de informação electrónicos; divulgação de práticas inovadoras; formação de professores; etc.

A abordagem das questões associadas a estas diferentes vertentes tem levado à integração gradual dos contributos de uma série de disciplinas, especialmente da História e Filosofia da Ciência e da Psicologia:

- a psicologia cognitiva, em particular no que se refere aos conceitos, modos de raciocínio e procedimentos espontâneos dos alunos, bem como ao seu desenvolvimento;

- a psicologia afectiva e social, especialmente no que se refere aos estudos sobre a motivação dos alunos e sobre o contexto de ensino/aprendizagem.

No espaço europeu, o debate que envolve as comunidades de investigação nacionais interessadas no ensino e aprendizagem das ciências é relativamente recente. Só se instituiu verdadeiramente a partir dos anos oitenta, sobretudo por intermédio de revistas especializadas e simpósios internacionais. A Associação Europeia de Investigação no Ensino das Ciências (ESERA – *European Science Education Research Association*) foi criada em 1994, e os seus encontros regulares (conferências e escolas de Verão) são acontecimentos seminais. Alguns projectos financiados pela União Europeia tais como “*Labwork in Science Education*” (Séré 2002), ou “*Science Teacher Training in an Information Society*” (Pinto 2005), têm proporcionado oportunidades para uma interacção positiva. Actualmente, os enquadramentos teóricos e metodológicos do trabalho de investigação ainda revelam algumas especificidades geográficas e culturais, embora os contactos entre diferentes linhas de investigação permitam revelar as questões de interesse comum.

Encontram-se disponíveis neste momento importantes conclusões da investigação no domínio do ensino das ciências e da formação de professores de ciências. Por um lado, existem os resultados da investigação relativa às dificuldades de aprendizagem das ciências e dos conceitos e tipos de raciocínio associados ao pensamento de senso comum. Por outro lado, a investigação revelou os factores que determinam o interesse dos alunos pela ciência e o papel desempenhado pela idade e pelo género. Em conjunto, estes elementos esclarecem a escolha do conteúdo, dos objectivos e das estratégias de ensino, contribuindo desse modo para uma formação mais eficaz dos professores de ciências.

A investigação realizada no domínio da concepção e experimentação de situações de ensino/aprendizagem forneceu informações muito úteis sobre as capacidades cognitivas dos alunos e respectivo desenvolvimento. Esses dados constituem um recurso para os professores melhorarem a sua própria prática de ensino ao sugerir-lhes exemplos de actividades que são estabelecidas por argumentos *a priori* (envolvendo uma explicação dos objectivos e das perspectivas epistemológicas e pedagógicas subjacentes) que têm sido experimentados e testados. A investigação também fornece critérios para a gestão das situações de aprendizagem aberta destinadas a orientar os alunos na construção do seu próprio conhecimento e compreensão.

A investigação relativa à prática e à formação dos professores permite a identificação das necessidades dessa formação. Revela a importância do domínio, pelos professores, dos conceitos e procedimentos específicos da disciplina a leccionar. Embora esse domínio pareça ser necessário para o desenvolvimento de práticas pedagógicas não estereotipadas e inovadoras, não é, contudo, suficiente. Fazer uso da experiência de ensino implica a mobilização de outros tipos de conhecimento. Isto aponta para o desenvolvimento e estudo dos efeitos dos programas de formação de professores baseados em diferentes modos de relacionar a formação em ciências e pedagogia com o que se conhece sobre ensino e aprendizagem, e sobre a forma de promover a aprendizagem. Importa desenvolver e testar esses programas para ir ao encontro das reconhecidas necessidades dos professores de se tornarem competentes na sua disciplina e de fazerem uso da sua competência. Observa-se, em especial, como a investigação sobre procedimentos científicos recentemente introduzidos nos currículos (investigação científica, construção de modelos, argumentação) pode facultar os recursos necessários para conceber e gerir as situações de aprendizagem aberta susceptíveis de favorecer o desenvolvimento de competências de alto nível por parte dos alunos.

Bibliografia

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

- Dawson, C. (2000) Upper primary boys' and girls' interests in science: have they changed since 1980? *International Journal of Science Education*, 22 (6), 557-570.
- De Jong, O. (2003) Exploring science teachers' pedagogical content knowledge? In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E., Hatzikraniotis, G., Fassoulopoulos e M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 373-82.
- Dewey, I. and Dykstra, D.I. (1992) Studying conceptual change: constructing new understandings. In R. Duit, F. Goldberg e H. Niedderer (Eds) *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies* (Kiel: IPN) 40-58.
- Driver, R., Guesne, E. e Tiberghien, A. (Eds) (1985) *Children's Ideas in Science* (Milton Keynes: Open University Press).
- Flandé, Y. (2000) *Protocoles expérimentaux, tests d'hypothèses et transfert*, Thèse de doctorat, Université Paris 7.
- Flandé, Y. (2003) Le pendule, comme support de tests d'hypothèses. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 97 (850), 85-102.
- Galili, I. (1996) Students' conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 847-868.
- Galili, I. e Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22 (1), 57-88.
- Gess-Newsome, J. e Lederman N.G. (Eds) (1999) *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Dordrecht: Kluwer).
- Glasson, G.E. e Bentley, M.L. (2000) Epistemological undercurrents in scientists' reporting of research to teachers. *Science Education*, 84 (4), 469-485.
- Gilbert, J.K. e Boulter, C. (1998) Learning science through models and modeling. In B.J. Fraser e K.G. Tobin (Eds) *International Handbook of Science Education* (Dordrecht: Kluwer) 53-67.
- Goldberg, F. e Otero, V. (2001) The roles of laboratory and computer simulator experiments in helping students develop a conceptual model of static electricity. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis e M. Kallery (Eds) *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Salónica: Art of Text) 29-31.
- Grace, M. M. e Ratcliffe, M. (2002) The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1157-69.
- Guilbert, L. e Melloche, D. (1993) L'idée de science chez des enseignants en formation: un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions. *Didaskalia*, 2, 7-30.
- Haefner, L.A. e Zembel-Saul, C. (2004) Learning by doing? Prospective elementary teachers' developing understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 26 (13), 1653-1674.
- Haigh, M. e Forret, M. (2005) Is "doing science" in New Zealand classrooms an expression of scientific enquiry? *International Journal of Science Education*, 27 (2), 215-26.
- Harlen, W. e Holroyd, C. (1997) Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, 19(1), 93-105.

- Häussler, P. (1987) Measuring students' interest in physics – design and results of a cross sectional study in the Federal Republic of Germany. *International Journal of Science Education*, 9 (1), 79-92.
- Häussler, P., Hoffman, L., Langeheine, R., Rost, J. e Sievers, K. (1998) A typology of students' interest in physics and the distribution of gender and age within each type. *International Journal of Science Education*, 20 (2), 223-238.
- Häussler, P. e Hoffmann, L. (2000) A curricular frame for physics education: development, comparison with students' interests, and impact on students' achievement and self-concept. *Science Education*, 84 (6), 689-705.
- Harding, J. (1996) Girls' achievement in science and technology. Implications for pedagogy. In P. Murphy e C.V. Gipps (Eds) *Equity in the classroom, towards effective pedagogy for girls and boys*, (Londres: Falmer Press) 111-23.
- Hildebrand, G.M. (1996) Redefining achievement. In P. Murphy e C.V. Gipps (Eds) *Equity in the classroom, towards effective pedagogy for girls and boys*. (Londres: Falmer Press) 149-69.
- Hipkins, R. e Barker, M. (2005) Teaching the "nature of science": modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27 (2), 243-254.
- Hucke, L. e Fischer, H.E. (2002) The link of theory and practice in traditional and in computer-based university laboratory experiments. In D. Psillos e H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 205-218.
- Jarvis, T. e Pell, A. (2004) Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two year science in-service programme and their effect on pupils. *International Journal of Science Education*, 26 (14), 1787-1811.
- Jenkins, E.W. (1999) Practical work in school science. In J. Leach e A. Paulsen (Eds) *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies* (Dordrecht: Kluwer) 19-32.
- Johsua, S. e Dupin, J.J. (1993) Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques (Paris: PUF).
- Jones, M.G., Howe, A. e Rua, M.J. (2000) Gender differences in students' experiences, interests and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84 (2), 180-92.
- Koballa, T. e Gräber, W. (2001) Prospective science teachers' conceptions of science teaching and learning: a methodological reconsideration. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis e M. Kallery (Eds) *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Salónica: Art of Text) 115-117.
- Komorek, M., Stavrou, D. e Duit, R. (2003) Non linear physics in upper physics classes: educational reconstruction as a frame for development and research in a study of teaching and learning basic ideas of nonlinearity. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos e M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 269-78.
- Leach, J. e Paulsen, A. (1999) Introduction. In J. Leach and A. Paulsen (Eds) *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies* (Dordrecht: Kluwer) 17-18.
- Lemeignan, G. e Weil Barais, A. (1994) Developmental approach to cognitive change in mechanics. *International Journal of Science Education*, 16 (1), 99-120.
- Lijnse, P. (1995) "Developmental research" as a way to an empirically based "didactical structure" of science. *Science Education*, 79 (2), 189-99.

- McDermott, L.C. (1984) Revue critique de la recherche dans le domaine de la mécanique. In *Recherche en didactique de la physique: les actes du premier atelier international* (Paris: Editions du CNRS) 137-82.
- Magnusson, S., Karjick, J. e Borko, H. (1999) Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J.Gess-Newsome e N.G. Lederman (Eds) *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Dordrecht: Kluwer) 95-132.
- Martinez Aznar, M. M., Martin Del Pozo, R., Rodrigo Vega, M., Varela Nieto, M. P., Fernetz Lozano, M. P. e Guerrero Seron, A. (2001) Que pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 67-87.
- Méheut, M. (1997) Designing a learning sequence about a pre-quantitative kinetic model of gases: the parts played by questions and by a computer-simulation. *International Journal of Science Education*, 19(6), 647-60.
- Méheut M. e Psillos D. (2004) Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 515-35.
- Millar, R. (1996) Investigation des élèves en sciences: une approche fondée sur la connaissance. *Didaskalia*, 9, 9-30.
- Millar, R. e Kanari, Z. (2003) How children reason from data to conclusions in practical science investigations. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos e M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 117-26.
- Ministry of Education (1993) *Science in the New Zealand Curriculum* (Wellington: Learning Media).
- Morge, L. (2001) Caractérisation des phases de conclusion dans l'enseignement scientifique. *Didaskalia*, 18, 99-120.
- Morge, L. (2003a) Les connaissances professionnelles locales: le cas d'une séance sur le modèle particulaire. *Didaskalia*, 23, 101-32.
- Morge, L. (2003b) Mesure de l'impact d'une formation aux interactions sur les pratiques enseignantes et les performances des élèves: aspects méthodologiques. In V. Albe, C. Orange e L. Simonneaux (Eds) *Recherches en Didactique des Sciences et des Techniques: Questions en Débat, Actes des Troisièmes Rencontres Scientifiques de l'ARDIST* (Toulouse: ENFA) 101-106.
- Mork, S.M. (2005) Argumentation in science lessons: Focusing on the teacher's role. *Nordic Studies in Science Education*, 1, 17-30.
- Mortimer, E. e Scott, P. (2003) *Meaning making in secondary science classrooms*. (Maidenhead e Filadélfia: Open University Press).
- National Research Council (1996) *National Science Education Standards* (Washington: National Academy Press).
- National Research Council (2000) *Inquiry and the National Science Education Standards* (Washington: National Academy Press).
- Niedderer, H., Aufschnaiter, S., Tiberghien, A., Buty, C., Haller, K., Hucke, L., Seter, F. e Fischer, H. (2002) Talking physics in labwork contexts – A category based analysis of videotapes. In D. Psillos e H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 31-40.

- OCDE (2001) *Programme for International Student Assessment* (Paris: OCDE).
- Osborne, J. e Collins, S. (2001) Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23 (5), 441-467.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. e Duschl, R. (2003) What "Ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7) 692-720.
- Osborne, J., Simon, S. e Collins, S. (2003) Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1080.
- Pinto, R. (2005) Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education. *Science Education*, 89 (1) 1-12.
- Ramsden, J.M. (1998) Mission impossible? Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20 (2), 125-138.
- Ravanis, K. e Papamichael, Y. (1995) Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentations spontanées des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia*, 7, 43-61.
- Robardet, G. (1995) Situations problèmes et modélisation; enseignement en lycée d'un modèle newtonien de mécanique. *Didaskalia*, 7, 131-43.
- Rudolph, J.L. (2003) Portraying epistemology: school science in historical context. *Science Education*, 87 (1), 64-79.
- Sadler, T.D. e Zeidler, D.L. (2005) Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (1), 112-38.
- Séré, M.G. (2002) Towards renewed research questions from the outcomes of the European project Labyrinth in Science Education. *Science Education*, 86 (5), 624-44.
- She, H. e Fisher, D. (2002) Teacher communication behaviour and its association with students' cognitive and attitudinal outcomes in science in Taiwan. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (1), 63-78.
- Shipstone, D. (1985) Electricity in simple circuits. In R. Driver, E. Guesne e A. Tiberghien (Eds) *Children's Ideas in Science* (Milton Keynes: Open University Press) 33-51.
- Simonneaux, L. (2003) Different types of classroom debates on biotechnology. Are they simply an exercise in rhetoric or do they encourage a well-founded critical attitude? In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassouloupoulos e M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 285-293.
- Stark, R. e Gray, D. (1999) Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education*, 21 (6), 633-43.
- Stylianidou, F., Ogborn, J., Etesen, O., Balzano, E., Giberti, G., Gutierrez, R., Kolsto, S.D., Monroy, G., Perez, O., Pinto, R., Quale, A., Rebmann, G. e Sassi, E. (2000) *The nature of use by science teachers of informatic tools. Transversal report on STISS WP1.2.* <http://www.blues.uab.es/~idmc42/>
- Stylianidou, F., Boohan, R. e Ogborn, J. (2005) Science teachers' transformations of the use of computer modeling in the classroom: using research to inform training. *Science Education*, 89 (1), 56-70.

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

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

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

Viennot, L. (1996) Raisonner en physique: la part du sens commun. (Bruxelas: De Boeck).

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

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

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

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

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

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

SÍNTESE E CONCLUSÕES

O presente estudo foi concebido para analisar alguns dos factores determinantes que influenciam o ensino das ciências nas escolas da Europa. Na perspectiva dos decisores políticos, existem, pelo menos, três grandes domínios – a formação de professores, os programas escolares de ciências e a avaliação dos alunos na área das ciências – que poderão ser influenciados, até certo ponto, pelas autoridades centrais, dependendo da configuração particular do sistema educativo em causa e da natureza do poder exercido pelo respectivo ministério da educação.

Apesar da independência de que geralmente gozam as instituições de formação de professores na definição e gestão das suas actividades, uma primeira conclusão que é possível tirar do estudo é que as recomendações e disposições superiores respeitantes aos programas de formação de professores dos níveis de ensino primário e secundário inferior (tanto em termos gerais, como a nível dos conhecimentos e competências específicos do ensino das ciências) são muito extensas. Os programas escolares prescritos ou recomendados tendem igualmente a caracterizar-se por um elevado grau de pormenor.

Os dados recolhidos visavam estabelecer uma diferença, a nível do ensino secundário inferior, entre a ciência leccionadas enquanto (única) disciplina integrada e a Física e a Biologia (Quadro 3.1). Os documentos oficiais não parecem evidenciar uma grande diferença entre a Física e a Biologia. A uma escala muito reduzida (essencialmente em Chipre), as disposições regulamentares de nível superior prestam mais atenção à Física do que à Biologia. Um exemplo deste facto é visível na demonstração de uma lei científica através de experimentação, um aspecto que não é contemplado no programa de ciências do ensino secundário inferior da Grécia, de Chipre, dos Países Baixos e da Áustria. Todavia, as diferenças existentes são muito pouco significativas.

Inovação no Ensino das Ciências: Professores em Formação e Formadores de Professores

A formação de professores, seja ela inicial ou “em serviço”, representa o principal elo entre a teoria e a prática do ensino. Os formadores de professores desempenham um papel central na transmissão de conhecimentos, não apenas sobre a matéria a leccionar, mas também sobre a forma de a leccionar. Torna-se, assim, interessante analisar o tipo de habilitações e de experiência que os formadores de professores de ciências possuem. A análise mostra que as disposições regulamentares de carácter central se preocupam muito mais com as qualificações científicas directamente ligadas a contextos específicos do que com a experiência adquirida a nível da investigação no domínio do ensino. Assim, os formadores de professores têm de possuir estudos superiores em ciências (normalmente, um mestrado ou mesmo estudos mais avançados) na maioria dos países, enquanto cerca de metade dos países pertencentes à rede Eurydice exigem ou, pelo menos, encorajam os formadores a possuir qualificações em Educação. Muito poucos países, contudo, especificam claramente que é necessário ter experiência em estudos de investigação na área do ensino. Ainda menos comum é o requisito de possuir qualificações específicas como formadores de professores ou como orientadores de estagiários responsáveis por períodos de colocação no meio escolar. A abordagem geral, concordante com a autonomia das instituições de formação de professores, assenta na prestação de serviços de qualidade, sem necessariamente prever como essa qualidade deverá ser alcançada (Capítulo 2).

O reduzido número de disposições regulamentares centrais existente neste domínio (competências pedagógicas e investigação no domínio do ensino) suscita questões quanto a uma boa preparação dos professores em formação para ensinar de uma forma inovadora. Os factores que influenciam as respostas dos professores de ciências à inovação foram explorados recentemente (secção B.3.3). Neste contexto, é dada particular atenção à necessidade de colmatar a lacuna (onde ela existe) entre a investigação na área do ensino das ciências e a inovação, por um lado, e as convicções e as práticas de ensino dos professores de ciências, por outro. A relativa ineficácia das diferentes tentativas de inovação (como, por exemplo, a utilização de simulações assistidas por computador) é atribuída à “distância” entre as práticas inovadoras e as práticas e convicções que subsistem entre os professores. Quanto menor é a distância, maior é a facilidade de adaptação à mudança. Deveriam ser dadas aos professores de ciências oportunidades de formação num contexto interactivo que associe a prática de ensino na sala de aula às discussões com professores com conhecimentos sobre a investigação realizada neste domínio. Poderiam, assim, “construir” valores e conceitos apropriados, susceptíveis de melhorar a qualidade do ensino das ciências nas escolas.

Desenvolver o Pensamento Científico através da Investigação

O contributo do trabalho prático para a aprendizagem das ciências foi bem documentado na investigação efectuada sobre o ensino das ciências (secção A.3). Os tipos de actividades esperados dos alunos em laboratórios de ciências poderão ser relativamente prescritivos ou mais abertos, permitindo aos alunos o desenvolvimento de um maior número de competências cognitivas complexas. O desenvolvimento de uma forma de pensar científica pressupõe um ensino e uma aprendizagem que valorizem o desenvolvimento de uma compreensão holística (e, desse modo, complexa) das actividades e procedimentos científicos, reflectindo a abordagem dos cientistas profissionais.

A investigação realizada neste domínio sugere que a disciplina de Ciências leccionada no ensino secundário apresenta, por vezes, uma abordagem mais “estereotipada” das actividades práticas (o que significa que as actividades são concebidas para conduzir a conclusões prescritas ou óbvias), enquanto o ensino primário parece ser mais aberto às actividades de carácter investigativo (Secção A.3.1). No entanto, a análise dos programas escolares efectuada no presente estudo identifica os programas do ensino secundário inferior como se exigissem um conjunto de conhecimentos gerais e específicos mais complexo, bem como uma actividade mais independente por parte dos alunos do que os programas do ensino primário na maioria dos países (Quadro 3.4). Esta constatação corresponde, obviamente, ao princípio do desenvolvimento progressivo das competências dos alunos em matéria de investigação científica (secção A.3.3).

Uma questão afim, e muito importante, prende-se com o desenvolvimento de formas científicas de pensar pelos, e para os, próprios professores. As relações entre os conhecimentos e competências científicos dos professores, as formas como leccionam ciências e as consequências que daí advêm para os alunos encontram-se patentes numa série de estudos (secção B.3). Foi demonstrado que o nível de competências cognitivas atingido pelos alunos está relacionado com a competência dos seus professores na disciplina relevante. Este facto evidencia a importância da formação dos professores e, mais especificamente, da formação em termos de conteúdo científico. O Quadro 1.4 mostra que os conceitos e teorias de natureza científica, bem como as actividades no domínio da investigação e da experimentação são uma parte muito importante da formação dos professores. O Quadro 1.5 analisa os tipos de trabalho de experimentação/investigação que são exigidos ou recomendados como componente da formação de professores de ciências, mostrando que os professores do ensino secundário terão tido eventualmente uma maior experiência nestas actividades, especialmente no que se refere ao trabalho laboratorial e de desenvolvimento de projectos.

As Dimensões Contextuais da Aprendizagem das Ciências

Os programas escolares do ensino primário e secundário inferior procuram dar uma dimensão contextual à aprendizagem das ciências em praticamente todos os países. É dada grande cobertura à relação entre a ciência e as questões da sociedade contemporânea, que ultrapassa a cobertura dada à história da ciência (Quadro 3.2). Isto pode estar relacionado com os programas de formação de professores, que também incidem com menor frequência na história da ciência (Quadro 1.4). Os debates sobre o papel da Ciência na sociedade e sobre a informação relativa à investigação realizada neste domínio já se encontram bem integrados nos programas escolares no ensino primário (Quadro 3.6). Esta abordagem parece ser coerente com a ênfase recentemente colocada na promoção da ciência enquanto elemento de cultura geral (Secção A.5). Os alunos não só deverão aprender a participar em debates científicos, como também saber apresentar e comunicar os processos e resultados da sua aprendizagem das ciências; esta competência surge como parte fundamental dos programas escolares de ciências em toda a Europa. É atribuída especial importância à necessidade de incentivar os alunos a serem capazes de exprimir claramente e de entender o seu trabalho num contexto mais vasto.

Promover os debates e abordar questões mais amplas relacionadas com contextos específicos exige dos professores uma capacidade para gerir situações de aprendizagem interactivas e dinâmicas. O que nos diz a formação de professores sobre a forma como se adquire estes tipos de competências? A análise mostra que, quase por toda a parte, se exige que os professores se mantenham a par dos desenvolvimentos científicos (Quadro 1.3) e que as competências pedagógicas, tal como a escolha de contextos de aprendizagem que façam sentido para os alunos, são uma parte importante da formação dos professores de ciências.

Aplicar as Tecnologias da Informação

A utilização de aplicações informáticas constitui uma valiosa ferramenta para o aperfeiçoamento da aprendizagem das ciências. Os estudos realizados essencialmente a nível do ensino secundário superior mostraram que simulações informáticas apropriadas oferecem aos alunos a oportunidade de visualizar modelos teóricos, estabelecendo uma “ponte cognitiva” entre a teoria e a experiência prática e melhorando a compreensão cognitiva (Secção A.4).

Todavia, as simulações informáticas raramente são incluídas como actividade prescrita nos programas escolares do ensino primário. A sua ausência talvez se deva ao nível de desenvolvimento das crianças na idade em que frequentam a escola primária, o que significa que ainda não são actividades indicadas para elas. Mas até mesmo no ensino secundário inferior parece que a simulação raramente se inscreve nas actividades científicas prescritas (Quadro 3.5).

Outras utilizações de tecnologias da informação, embora menos produtivas em termos de actividade cognitiva segundo os resultados das investigações (Secção A.4), encontram-se mais divulgadas. Trata-se de actividades como a utilização de computadores para registo de resultados e dados de experiências, assim como para pesquisa de informação na Internet e para comunicação com outros alunos (Quadro 3.5). Estas são encaradas como sendo utilizações mais “familiares” das tecnologias da informação para efeitos do ensino das ciências (em especial, a utilização de computadores para recolha e tratamento de dados de experiências).

Os Professores de Ciências e a Compreensão de “Senso Comum”

A compreensão de “senso comum” que os alunos têm de muitos fenómenos científicos constitui um desafio cognitivo a que os professores de ciências deverão fazer face para ministrar um ensino eficaz. As crianças começam por adoptar formas espontâneas de explicação dos fenómenos que diferem das formas de explicação e de raciocínio de carácter científico (Secção A.1). Se os professores não forem capazes de ter em conta essas interpretações espontâneas e de responder em moldes adequados, a aprendizagem das ciências ocorre com menos confiança e menos eficácia – uma consideração importante, tendo em vista a citada necessidade de aumentar o interesse pelas ciências e o número de alunos inscritos nas disciplinas científicas. Contudo, o estudo das orientações programáticas superiores aplicáveis à formação de professores mostra que, em quase metade dos sistemas educativos analisados (Quadro 1.3), não existem disposições regulamentares que cubram a formação no domínio do conhecimento da compreensão de “senso comum” e da capacidade de a ter em conta ao leccionar ciências.

Algumas reformas recentes reflectem a necessidade de revisão dos métodos de ensino. Por exemplo, a nova abordagem dos Países Baixos exige que os professores tenham em conta as concepções e o raciocínio de senso comum dos seus alunos, por forma a desenvolver um entendimento rigoroso e elaborado dos fenómenos científicos.

Dar Resposta às Diferenças entre Géneros

A necessidade de corrigir os desequilíbrios entre os géneros no que se refere ao número de alunos inscritos em áreas científicas e de encorajar os jovens em geral – e as raparigas, em especial – a interessarem-se por carreiras científicas faz parte da Estratégia de Lisboa (Ensino e Formação 2010 – Programa de Trabalho pormenorizado; este constitui igualmente um dos cinco estudos comparados que estão na base da definição das metas quantitativas para 2010). As experiências de aprendizagem das ciências adquiridas muito cedo – nos níveis de ensino primário e secundário inferior – têm uma função formativa quando se trata de determinar se as raparigas (e rapazes) mantêm e desenvolvem o seu interesse neste domínio.

Embora as diferenças entre géneros no que se refere às atitudes dos alunos face às ciências e à sua motivação para a aprendizagem das ciências estejam bem documentadas (Secção A.6), os dados mostram que a sensibilização dos professores para estas diferenças se encontra pouco patente nas orientações superiores aplicáveis à formação de professores (o Quadro 1.1 mostra que apenas cerca de metade dos sistemas educativos incluem uma referência a esta dimensão). Este facto pode ter implicações importantes. Se os professores não forem formados de modo a ter em conta diferentes estilos de aprendizagem e diferentes preferências manifestadas por rapazes e raparigas (apenas pode ser confirmado em programas pormenorizados de formação de professores em instituições individuais), isso significa que um ou outro grupo tem piores resultados porque o seu potencial não foi completamente explorado? A questão continua a residir em saber se os programas de ciências e os métodos de ensino favorecem os rapazes, ou se são suficientemente flexíveis para ter em conta todos os tipos de preferências de aprendizagem.

O Papel da Avaliação na Determinação da Matéria Leccionada

O estudo analisou os tipos de competências e conhecimentos avaliados em exames ou provas concebidos por autoridades educativas superiores (para fins de certificação ou avaliação). Na Europa, os procedimentos normalizados de avaliação não têm grande expressão (Quadro 4.1), embora a forma como a aprendizagem das ciências é avaliada esteja actualmente a ser revista a nível político em quase todos os países. O Quadro 4.4 mostra que em praticamente todos os países se discute a problemática da avaliação

e há mesmo vários países que desenvolvem normas e/ou provas nacionais em disciplinas científicas. Na maioria dos casos, a especificação de normas fez com que fosse também necessário rever ou mesmo reformular os programas de ciências (Quadro 3.7).

O estudo mostra que, nos países em que são aplicados, os procedimentos normalizados de avaliação correspondem normalmente às actividades e resultados da aprendizagem expressos no currículo de ciências (o que significa que os alunos são efectivamente examinados em relação àquilo que lhes foi ensinado), mas também que os tipos de competências e conhecimentos avaliados tendem a ser bastante vastos, cobrindo noções teóricas, competências práticas, capacidade de tratamento da informação e raciocínio científico (Quadro 4.2).

A importância acrescida atribuída às normas científicas, evidenciada pela expansão dos sistemas centralizados de controlo e avaliação numa série de países, tem repercussões a nível do ensino das ciências no contexto de um currículo prescrito. As reformas não deveriam, obviamente, funcionar como travão a formas inovadoras de ensino, mas contribuir para um aumento da eficácia do ensino das ciências. O estudo mostra que vários países se esforçam por alargar o conjunto de competências avaliadas, adoptando técnicas de avaliação inovadoras (Secção 4.4).

GLOSSÁRIO

Códigos por Países

AT	Áustria	PT	Portugal
BE	Bélgica	SE	Suécia
BE fr	Bélgica – Comunidade francófona	SI	Eslovénia
BE de	Bélgica – Comunidade germanófona	SK	Eslováquia
BE nl	Bélgica – Comunidade flamenga	UK	Reino Unido
CY	Chipre	UK-ENG	Inglaterra
CZ	República Checa	UK-WLS	País de Gales
DK	Dinamarca	UK-NIR	Irlanda do Norte
DE	Alemanha	UK-SCT	Escócia
EE	Estónia	UE	União Europeia
EL	Grécia	Países de AECL/EEE	Os três países da Associação Europeia de Comércio Livre que são membros do Espaço Económico Europeu
ES	Espanha	IS	Islândia
FI	Finlândia	LI	Listenstaine
FR	França	NO	Noruega
HU	Hungria	Países candidatos	
IE	Irlanda	BG	Bulgária
IT	Itália	RO	Roménia
LT	Lituânia		
LU	Luxemburgo		
LV	Letónia		
MT	Malta		
NL	Países Baixos		
PL	Polónia		

Classificação

Classificação Internacional Tipo da Educação (CITE 1997)

A Classificação Internacional Tipo da Educação da UNESCO (CITE) (International Standard Classification of Education – ISCED) é um instrumento adequado à compilação de dados estatísticos sobre o ensino à escala internacional. Mais informações sobre a CITE 97 poderão ser obtidas no sítio Internet da UNESCO.

CITE 0: Educação pré-primária

A educação pré-primária é definida como a fase inicial da instrução organizada. É prestada em escolas ou centros e destina-se a crianças com a idade mínima de 3 anos.

CITE 1: Ensino primário

Este nível [em Portugal, 1º e 2º ciclos do ensino básico] inicia-se entre os 5 e os 7 anos de idade, é sempre obrigatório e, em geral, tem uma duração de 4 a 6 anos.

CITE 2: Ensino secundário inferior

Este nível [em Portugal, 3º ciclo do ensino básico] dá continuidade à formação de base iniciada no nível primário, possuindo geralmente uma estrutura baseada em disciplinas. A conclusão deste nível coincide, habitualmente, com o final da escolaridade obrigatória.

Em alguns países, a escolaridade obrigatória está organizada numa estrutura única, sem transição entre os níveis primário e secundário inferior.

CITE 3: Ensino secundário superior

Este nível [em Portugal, ensino secundário] inicia-se geralmente no final da escolaridade obrigatória. A idade de admissão situa-se em geral entre os 15 e os 16 anos de idade. São habitualmente exigidas qualificações (conclusão da escolaridade obrigatória) e outras condições mínimas de admissão.

O ensino a este nível é frequentemente mais estruturado em disciplinas do que o ensino secundário inferior. A duração normal deste nível varia entre 2 e 5 anos.

CITE 4: Ensino pós-secundário não superior

Estes programas situam-se na fronteira entre o ensino secundário superior e o ensino superior. Servem para aprofundar os conhecimentos dos alunos que concluíram o nível CITE 3. Exemplos típicos deste nível são os programas destinados a preparar os alunos para estudos do nível 5, ou os programas destinados a preparar os alunos para a entrada directa no mercado de trabalho.

CITE 5: Ensino superior (primeiro ciclo)

A admissão nestes programas exige normalmente uma aprovação nos níveis CITE 3 ou 4. Este nível inclui programas de ensino superior com orientação académica (tipo A), que têm em grande medida uma base teórica, e programas de ensino superior com uma orientação profissional (tipo B), que são normalmente mais curtos do que os programas de tipo A e orientados para a entrada no mercado de trabalho.

CITE 6: Ensino superior (segundo ciclo)

Este nível é reservado a estudos superiores que conduzem a uma qualificação avançada em investigação (Ph.D. ou doutoramento).

Definições

Acreditação

Processo através do qual um estabelecimento ou um programa de formação inicial de professores é reconhecido pelas autoridades legislativas e profissionais relevantes como tendo cumprido normas previamente determinadas que o habilitam a formar professores e a conceder-lhes as respectivas qualificações.

Compreensão de “senso comum” dos conceitos e fenómenos científicos

As formas de raciocínio espontâneo/pré-científico apresentam grandes diferenças relativamente ao raciocínio científico. Estas formas de raciocínio deram azo a explicações de fenómenos conhecidas por “concepções e/ou representações incipientes” ou ainda por “compreensão de senso comum”. A título de exemplo, os alunos encaram muitas vezes um circuito eléctrico como uma corrente que se gasta (que se torna mais fraca) à medida que passa através dos diferentes componentes desse circuito.

Modelo integrado de formação de professores

Um programa de formação de professores que, à partida, combina a formação geral numa ou mais disciplinas com a formação profissional teórica e prática dos professores.

Modelo sequencial de formação de professores

Os estudantes recebem primeiramente uma formação geral de modo a obter um diploma numa cadeira específica ou área de estudos. Perto do final desse período de estudos, matriculam-se num programa de formação profissional inicial, que lhes permite obter qualificações como professores.

Fase final de qualificação “em serviço” ou fase de indução

Um período obrigatório de transição entre a formação inicial de professores e a sua entrada na vida activa como professores devidamente habilitados. Corresponde normalmente à fase final da formação inicial de professores. Esta fase de indução inclui uma importante dimensão de orientação, apoio e supervisão, bem como uma avaliação formal das competências pedagógicas. Durante este período, os professores ainda não possuem as habilitações exigidas e são normalmente encarados como “candidatos” ou “estagiários”. Passam períodos de tempo consideráveis num ambiente de trabalho real (uma escola), no qual desempenham na íntegra ou em parte as tarefas que cabem aos professores devidamente habilitados, sendo remunerados pela sua actividade.

Avaliação formativa dos alunos

Este tipo de avaliação é efectuado durante o processo de aprendizagem, tendo por objectivo uma apreciação das sucessivas fases dos processos de aprendizagem e ensino, de modo a facultar informações, modificar ou melhorar esses processos.

Formação geral de professores

Este tipo de formação consiste nos cursos de carácter geral e no domínio da(s) disciplina(s) que os estudantes irão leccionar após obterem as suas qualificações. Por conseguinte, o objectivo destes cursos consiste em facultar aos estudantes conhecimentos profundos numa ou mais disciplinas e um bom nível de conhecimentos gerais.

Professor generalista (não especialista)

É todo o professor cuja formação lhe permite leccionar todas as disciplinas do currículo.

Trabalho laboratorial

Trabalho realizado num laboratório ou num outro local como parte de um curso de ciências. Pode ter o carácter de rotina (por exemplo, envolvendo simples observações ou medições) ou possuir elementos

com carácter investigativo (por exemplo, qual é o efeito da temperatura na solubilidade de um soluto na água?). A tarefa pode ser empreendida por toda a turma e/ou por professores em formação/alunos que trabalhem aos pares ou em pequenos grupos, ficando normalmente concluída no espaço de uma ou duas aulas.

Contextos de aprendizagem significativos

Trata-se de contextos passíveis de fazerem sentido para os alunos. Poderão ser criados com base em exemplos históricos (por exemplo, reproduções de diferentes modelos do átomo, diálogos de Galileu) ou associando noções científicas a problemas do quotidiano ou a questões sociais (por exemplo, ensinar Mecânica fazendo referência à segurança rodoviária, ou a estrutura do átomo relacionando-a com a produção de energia).

Orientação/supervisão

Apoio em todas as tarefas relacionadas com o ensino enquanto tal (planificação das aulas, gestão das turmas, avaliação dos alunos, etc.), bem como em outras actividades mais interpersonais destinadas a integrar os futuros professores na vida da escola onde leccionam (relações com os pais, familiaridade com a gestão da escola, etc.). Os futuros professores são também frequentemente observados durante o seu trabalho na sala de aula, com vista a avaliar os seus progressos e a ajudá-los a superar eventuais dificuldades. O apoio oferecido a futuros professores é multifacetado, incluindo, em primeiro lugar, uma dimensão formativa (que envolve a supervisão como parte de uma abordagem integrada da formação que é simultaneamente teórica e prática), em segundo lugar, uma preocupação com a socialização (a integração de futuros professores no seu ambiente escolar com o apoio do pessoal docente); e, finalmente, um controlo e uma supervisão (avaliação dos progressos alcançados por futuros professores durante e após conclusão do seu estágio).

Formação profissional

Proporciona a futuros professores uma visão teórica e prática da sua futura profissão. Além de cursos de Psicologia e de Métodos de Ensino, inclui estágios curtos e (normalmente) não remunerados no ambiente escolar (supervisionados pelo docente responsável pela turma em causa e com uma avaliação periódica efectuada pelos professores na instituição de formação). Esta formação pode igualmente incluir uma fase de qualificação “em serviço” ou de indução.

Normas de qualificação

As normas de qualificação são definidas pela autoridade educativa central ou superior como sendo o conjunto de aptidões fundamentais, conhecimentos relevantes e competências que um professor deverá possuir (um perfil de professor), de modo a obter a sua qualificação pedagógica inicial.

Qualificações como formador de professores

Um título académico, diploma ou certificado de habilitações que atesta que o seu titular possui os conhecimentos e competências de que precisa para formar professores. É concedido por uma instituição de formação de professores e/ou pelas autoridades educativas centrais ou superiores, como prova do reconhecimento oficial das competências e conhecimentos do seu titular.

Trabalho de projecto na área das ciências

O trabalho de projecto envolve trabalho experimental ou de outra natureza realizado num laboratório ou num outro local e possui sempre o carácter de investigação. O projecto pode ser desenvolvido por toda uma turma e/ou por professores em formação/alunos que trabalhem individualmente ou em pequenos grupos. Estende-se por um determinado período de tempo, geralmente por diversas semanas, e proporciona aos professores em formação/alunos uma oportunidade para participarem num estudo na área das

ciências com uma incidência particular, como seja, por exemplo, que relação de dependência existe entre o índice de crescimento de uma espécie vegetal e a acidez do solo? Neste âmbito, poderá haver colaboração através da Internet com pessoas de outras instituições. O registo escrito deste tipo de trabalho assume normalmente a forma de relatório.

Experimentação/investigação científica

Estas actividades referem-se a trabalho baseado em experiências que inicia os estudantes/alunos nos diversos processos e tarefas que conduzem à formulação de um problema ou de uma hipótese ou modelo de carácter científico, à recolha de dados, à realização de experiências apropriadas e à análise e apresentação de resultados. Nalguns sistemas educativos, o conceito “investigação científica” passou a ser usado recentemente, de modo a salientar a natureza especulativa, exploratória e progressiva do trabalho científico.

Simulação

Utilização de um programa informático, eventualmente de modo interactivo, para apresentar teorias, conceitos e procedimentos científicos e para promover a compreensão e a aprendizagem. É provável que se peça aos alunos que introduzam uma série de dados para verificar o efeito que uma alteração dos parâmetros pode ter a nível dos resultados (por exemplo, alterar a massa ou a força que actua sobre um objecto para observar, de modo gráfico, o efeito sobre a sua velocidade ou sobre a sua direcção de deslocação). Poderá pedir-se aos alunos que tirem as suas conclusões dos resultados de uma simulação. As simulações assistidas por computador poderão também ser utilizadas para ilustrar experiências e/ou propriedades que se considera que são pouco seguras para serem apresentadas em escolas.

Docente especialista

Docente que é formado(a) para leccionar apenas uma ou duas disciplinas específicas, sendo uma delas normalmente complementar. Em certos casos, um docente especialista é formado em três disciplinas, sendo a terceira complementar.

Avaliação normalizada dos alunos

Esta avaliação refere-se aos exames (ou partes de exames) ou provas nacionais normalizados, concebidos por autoridades educativas centrais ou superiores para efeitos de certificação ou com vista à avaliação dos alunos, incluindo também critérios normalizados de avaliação aplicáveis ao desenvolvimento de projectos na área das ciências.

Avaliação sumativa dos alunos

Este tipo de avaliação dos alunos destina-se a aferir a aquisição de conhecimentos e competências através de testes e exames. Ocorre no final de um módulo/ciclo de aprendizagem ou no fim de um nível de ensino.

Qualificações pedagógicas

Um título académico, diploma ou certificado de habilitações em Educação e Pedagogia. É concedido por uma instituição de formação de professores e/ou pelas autoridades educativas centrais ou superiores, como prova do reconhecimento oficial das competências e conhecimentos do seu titular.

LISTA DE QUADROS

Capítulo 1: Programas de Formação de Professores de Ciências

Quadro 1.1:	Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de diferenças entre géneros e contexto sócio-cultural (CITE 1 e 2), 2004/05	14
Quadro 1.2a:	Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de conhecimentos e competências gerais de pedagogia (CITE 1), 2004/05	15
Quadro 1.2b:	Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de conhecimentos e competências gerais de pedagogia (CITE 2), 2004/05	16
Quadro 1.3:	Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de conhecimentos e competências para o ensino de disciplinas específicas (CITE 1 e 2), 2004/05	18
Quadro 1.4:	Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de conhecimentos e competências na área das Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	21
Quadro 1.5:	Regulamentação aplicável à formação inicial de professores em matéria de competências a nível da experimentação/investigação científica (CITE 1 e 2), 2004/05	23
Quadro 1.6:	CrITÉrios de creditação específicos aplicáveis aos programas de formação inicial de professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	25

Capítulo 2: Formadores de Professores de Ciências

Quadro 2.1:	Habilitações mínimas no domínio das Ciências exigidas aos formadores responsáveis pela formação inicial de professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	28
Quadro 2.2:	Qualificações pedagógicas e de formação de professores exigidas aos responsáveis pela formação profissional inicial de professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	29
Quadro 2.3:	Experiência de ensino exigida aos formadores responsáveis pela formação profissional inicial de professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	31
Quadro 2.4:	Experiência em investigação na área da educação dos formadores responsáveis pela componente profissional da formação inicial de professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	32
Quadro 2.5:	Requisitos de formação aplicáveis aos orientadores e supervisores em escolas que organizam estágios para futuros professores de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	33

Capítulo 3: O Programa Curricular de Ciências

Quadro 3.1:	Organização do ensino das Ciências de acordo com o programa curricular prescrito ou recomendado (CITE 1 e 2), 2004/05	35
Quadro 3.2:	Aspectos contextuais do ensino das Ciências no programa curricular prescrito ou recomendado (CITE 1 e 2), 2004/05	37
Quadro 3.3:	Inclusão de actividades de discussão de questões da vida quotidiana e da sociedade no programa curricular prescrito ou recomendado (CITE 1 e 2), 2004/05	38
Quadro 3.4:	Trabalho prático incluído no programa curricular prescrito ou recomendado (CITE 1 e 2), 2004/05	40
Quadro 3.5:	Utilização das TIC no programa prescrito ou recomendado (CITE 1 e 2), 2004/05	41
Quadro 3.6:	Comunicação na aprendizagem das Ciências nos programas curriculares prescritos ou recomendados (CITE 1 e 2), 2004/05	42
Quadro 3.7:	Reformas ou debates em curso a nível do programa de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	45

Capítulo 4: Avaliação Normalizada dos Alunos

Quadro 4.1:	Exames/Provas nacionais normalizados de Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	48
Quadro 4.2a:	Tipos de competências avaliadas nos exames/provas nacionais normalizados de Ciências (CITE 1), 2004/05	51
Quadro 4.2b:	Tipos de competências avaliadas nos exames/provas nacionais normalizados de Ciências (CITE 2), 2004/05	52
Quadro 4.3:	Avaliação normalizada trabalho de projecto na área das Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	55
Quadro 4.4:	Debates/Reformas no domínio da avaliação dos alunos na área das Ciências (CITE 1 e 2), 2004/05	59

REDE EURYDICE

A. UNIDADE EUROPEIA DE EURYDICE

Avenue Louise 240
B-1050 Bruxelas
(<http://www.eurydice.org>)

Direcção Científica

Arlette Delhaxhe

Autores

Nathalie Baïdak, Misia Coghlan

Elaboração de Gráficos e Paginação

Patrice Brel

Coordenação da Produção

Gisèle De Lel

Secretariado

Helga Stammherr

Pesquisa Bibliográfica e Documental

Colette Vanandruel

B. PERITOS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Edgar Jenkins, Professor Emérito de Investigação
da Universidade de Leeds (Inglaterra)

Martine Méheut, Professora no *Institut Universitaire de Formation
des Maîtres de l'Académie de Créteil* (França)

C. UNIDADES NACIONAIS DE EURYDICE

ALEMANHA / DEUTSCHLAND

Eurydice Unit of the Federal Ministry of Education and Research
EU – Bureau of the Federal Ministry of Education and Research
Königswinterer Strasse 522-524
53227 Bonn
Eurydice-Informationsstelle der *Länder* im Sekretariat der Kultusministerkonferenz
Lennéstrasse 6
Contribuição da Unidade: Brigitte Lohmar, Gerdi Jonen
Perito: Dr. Eberhard Jeuthe

ÁUSTRIA / ÖSTERREICH

Eurydice-Informationsstelle
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur – Abt. I/6b
Minoritenplatz 5
1014 Wien
Contribuição da Unidade: responsabilidade conjunta

BÉLGICA / BELGIQUE / BELGIË

Unité francophone d'Eurydice
Ministère de la Communauté française
Direction des Relations internationales
Boulevard Léopold II, 44 – Bureau 6A/002
1080 Bruxelles
Contribuição da Unidade: responsabilidade conjunta;
Verificação: Chantal Kaufmann (Direction générale de l'enseignement non obligatoire et de la recherche scientifique),
Anne Hichter (Institut de la formation en cours de carrière)
Vlaamse Eurydice-Eenheid
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Onderwijs
Hendrik Consciencegebouw 2 A 28
Koning Albert II – laan 15
1210 Brussel
Contribuição da Unidade: Marleen Deputter (Department of Education, Administration for Higher Education and Scientific Research)
Agentur Eurydice
Agentur für Europäische Bildungsprogramme
Ministerium der Deutschsprachigen Gemeinschaft
Gospertstraße 1
4700 Eupen
Contribuição da Unidade: Leonhard Schiffers

BULGÁRIA / BALGARIJA

Eurydice Unit
Equivalence and Information Centre
International Relations Department
Ministry of Education and Science
2A, Kniaz Dondukov Bld
1000 Sofia
Contribuição da Unidade: Rossitza Velinova
Perito: Svetomira Kaloyanova (State Policy in Higher Education Department of the Ministry of Education and Science)

CHIPRE / KYPROS

Eurydice Unit
Ministry of Education and Culture
Kimonos and Thoukydidou
1434 Nicosia
Contribuição da Unidade: Koula Afrodisi, Christiana Haperi
Perita: Mary Koutselini (Associate Professor, Department of Education, University of Cyprus)

DINAMARCA / DANMARK

Eurydice's Informationskontor i Danmark
CIRIUS
Fjolsstræde 44
1171 København K
Contribuição da Unidade: responsabilidade conjunta

ESLOVÁQUIA / SLOVENSKÁ REPUBLIKA

Eurydice Unit
Slovak Academic Association for International Cooperation
Socrates National Agency
Staré grunty 52
842 44 Bratislava
Contribuição da Unidade: Marta Ivanova
Peritos: Eva Tkacikova e Daniela Drobna (Comenius University)

ESLOVÉNIA / SLOVENIJA

Eurydice Unit
Ministry of Education, Science and Sport
Office for Development of Education (ODE)
Kotnikova 38
1000 Ljubljana
Contribuição da Unidade: responsabilidade conjunta

ESPAÑA / ESPAÑA

Unidad Española de Eurydice
 CIDE – Centro de Investigación y
 Documentación Educativa (MEC)
 c/General Oraá 55
 28006 Madrid
 Contribuição da Unidade: Ana Isabel Martín
 Ramos, Laura Prieto Roca

ESTÓNIA / EESTI

Eurydice Unit
 SA ARCHIMEDES
 Kodula 13A
 10125 Tallinn
 Contribuição da Unidade: Vilja Saluveer (Ministry
 of Education and Research), Kaja Kuuseosk
 (National Examination and Qualification Centre),
 Tiit Laasberg (Estonian Higher Education
 Accreditation Centre)

FINLÂNDIA / SUOMI / FINLAND

Eurydice Finland
 National Board of Education
 Hakaniemenkatu 2
 00530 Helsinki
 Contribuição da Unidade: responsabilidade
 conjunta

FRANÇA / FRANCE

Unité d'Eurydice
 Ministère de l'Éducation nationale, de
 l'Enseignement supérieur et de la Recherche
 Direction de l'évaluation et de la prospective
 61-65, rue Dutot
 75732 Paris Cedex 15
 Contribuição da Unidade: Thierry Damour
 Perito: Roger-François Gauthier (Inspecteur
 général de l'administration de l'éducation
 nationale et de la recherche – IGAENR)

GRÉCIA / ELLÁDA

Eurydice Unit
 Ministry of National Education and Religious
 Affairs
 Direction CEE / Section C
 Mitropoleos 15
 10185 Athens
 Contribuição da Unidade: Lina Pantazi, Lena
 Antoniou

HUNGRIA / MAGYARORSZÁG

Eurydice Unit
 Ministry of Education
 Szalay u. 10-14
 1055 Budapest
 Contribuição da Unidade: Dóra Demeter (coor-
 denação)
 Peritos: Eszter Fazekas (jurista), Gréta Horváth,
 László Kozma (jurista)

IRLANDA / IRELAND

Eurydice Unit
 Department of Education and Science
 International Section
 Marlborough Street
 Dublin 1
 Contribuição da Unidade: responsabilidade
 conjunta

ISLÂNDIA / ÍSLAND

Eurydice Unit
 Ministry of Education, Science and Culture
 Division of Evaluation and Supervision
 Sölvholsgata 4
 150 Reykjavík
 Contribuição da Unidade: Ásgerður Kjartansdóttir

ITÁLIA / ITALIA

Unità di Eurydice
 Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della
 Ricerca
 c/o INDIRE
 Via Buonarroti 10
 50122 Firenze
 Contribuição da Unidade: Simona Baggiani,
 Antonella Turchi
 Peritos: Giunio Luzzatto (President of the
 Centro per la Ricerca Educativa e Didattica
 dell'Università di Genova); Anna Rosa Cicala
 (Dirigente dell'Ufficio VI - Direzione Generale
 per il Personale della Scuola - MIUR), Gabriella
 Cecchetti (Ufficio VI - Direzione Generale per il
 Personale della Scuola - MIUR)

LETÓNIA / LATVIJA

Eurydice Unit
 Socrates National Agency – Academic
 Programmes Agency
 Blaumana iela 28
 1011 Riga
 Contribuição da Unidade: Zane Birzniece

LISTENSTAINÉ / LIECHTENSTEIN

Eurydice-Informationstelle
Schulamt
Austrasse 79
9490 Vaduz

LITUÂNIA / LIETUVA

Eurydice Unit
Ministry of Education and Science
A. Volano 2/7
2691 Vilnius
Contribuição da Unidade: Mindaugas Briedis
(Head of the Initial and in-service teacher training
division of the Ministry of Education and
Science), Valdone Indrašiene (Head of the Social
Pedagogy Department, Vilnius Pedagogical
university)

LUXEMBURGO / LUXEMBOURG

Unité d'Eurydice
Ministère de l'Éducation nationale et de la
Formation professionnelle (MENFP)
29, Rue Aldringen
2926 Luxembourg
Contribuição da Unidade: responsabilidade
conjunta

MALTA

Eurydice Unit
Education Officer (Statistics)
Department of Planning and Development
Education Division
Floriana CMR 02
Contribuição da Unidade: Dr. Christopher
Bezzina; Raymond Camilleri (coordenação)

NORUEGA / NORGE

Eurydice Unit
Ministry of Education and Research
Department for Policy Analysis, Lifelong Learning
and International Affairs
Akersgaten 44
0032 Oslo
Contribuição da Unidade: responsabilidade
conjunta

PAÍSES BAIXOS / NEDERLAND

Eurydice Nederland
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschappen
Directie Internationaal Beleid
IPC 2300 / Kamer 10.086
Postbus 16375
2500 BJ Den Haag
Contribuição da Unidade: responsabilidade
conjunta, Raymond van der Ree (coordenação)

POLÓNIA / POLSKA

Eurydice Unit
Foundation for the Development of the
Education System
Socrates Agency
Mokotowska 43
00-551 Warsaw
Contribuição da Unidade: responsabilidade
conjunta
Perita: Prof. Hanna Komorowska
(Université de Varsovie)

PORTUGAL

Unidade de Eurydice
Ministério da Educação
Gabinete de Informação e Avaliação do Sistema
Educativo (GIASE)
Av. 24 de Julho 134-2º
1399-029 Lisboa
Contribuição da Unidade: Isabel Almeida
Peritas: Isabel P. Martins, Fátima Paixão,
Celina Tenreiro-Vieira

REINO UNIDO / UNITED KINGDOM

Eurydice Unit for England, Wales and Northern
Ireland
National Foundation for Educational Research
(NFER)
The Mere, Upton Park
Slough, Berkshire SL1 2DQ
Contribuição da Unidade: Sigrid Boyd
Eurydice Unit Scotland
The Scottish Executive Education Department
(SEED)
International Relations Unit
Information, Analysis & Communication Division
Area 1-B South / Mailpoint 25
Victoria Quay
Edinburgh EH6 6QQ
Contribuição da Unidade: Jeff Maguire e colegas
do Ministério da Educação, e Tom Hamilton
(General Teaching Council for Scotland)

REPÚBLICA CHECA / Ceská REPUBLIKA

Eurydice Unit
Institute for Information on Education
Senovážné nám. 26
P.O. Box č.1
110 06 Praha 1
Contribuição da Unidade: Stanislava Brožová
Perito: Jirí Mareš (Accreditation Commission)

ROMÉLIA / ROMÂNIA

Eurydice Unit
Socrates National Agency
1 Schitu Magureanu – 2nd Floor
70626 Bucharest
Contribuição da Unidade: Tinca Modrescu,
Alexandru Modrescu

SUÉCIA / SVERIGE

Eurydice Unit
Ministry for Education, Research and Culture
Drottninggatan 16
10333 Stockholm
Contribuição da Unidade: responsabilidade
conjunta

TURQUIA / TURKEY

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

Produção

Impressão: capa – Europress, Lda; miolo: reprografia do GIASE

O Ensino das Ciências nas Escolas da Europa. Políticas e Investigação

Eurydice

Bruxelas: Eurydice

2006 – 104 p.

ISBN 972-614-403-5

Descritores: Ciências Naturais, Biologia, Física, Currículo, Abordagem interdisciplinar, Objectivo de ensino, TIC, Igualdade entre géneros, Prova normalizada, Aluno, Acreditação, Formação inicial de docentes, Formador, Reforma educativa, Debate, Resultados da investigação, Ensino geral, Ensino primário, Secundário inferior, Análise comparada, Bulgária, Roménia, Espaço Económico Europeu, União Europeia