

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA PRÁTICA DE PROFESSORES PORTUGUESES: IMPLICAÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

The History of Science in Portuguese teachers' practice: implications for science teachers education

Maria da Conceição Duarte¹

Resumo: O reconhecimento das limitações da educação científica tradicional para atuar numa sociedade que se reclama, cada vez mais, como “sociedade da informação e do conhecimento” conduziu à retomada da discussão sobre a necessidade de inovar e produzir novos currículos e novas formas de ensinar ciências. Esta idéia vai atravessar diferentes culturas e países, nomeadamente Portugal, conduzindo a importantes reformas ou reorganizações curriculares, onde a História da Ciência aparece como uma dimensão importante na promoção da cidadania e do conhecimento das ciências como cultura. Mas estarão os professores preparados para enfrentar esse novo desafio? Neste artigo procuraremos dar uma resposta a esta questão, com base tanto em resultados de estudos realizados em que se procurou investigar as práticas de professores portugueses e suas percepções relativamente à sua formação e à importância conferida à História da Ciência, quanto na análise dos currículos de formação de professores de ciências. Com base nesses resultados serão retiradas algumas implicações para a formação de professores.

Unitermos: História da Ciência; formação de professores.

Abstract: *There are limitations of traditional Science Education in a society that more and more claims to be a “society of information and knowledge”. It brings back the discussion about the need to innovate and produce new curricula and new approaches for science teaching. This idea will cross different cultures and countries, namely Portugal, leading to important curricular reforms or reorganizations, where the History of Science appears as an important dimension of the promotion of citizenship and of scientific knowledge as culture. But the following question arises: Are teachers prepared to face the new challenge? In this article we will try to give an answer to this question, building on results of research studies focused on Portuguese teachers' practices, their perceptions about their education and the importance they attach to the History of Science, as well as on the analysis of science teacher education curricula. Some implications regarding teacher education will be made according to these results.*

Keywords: *History of Science; teacher education.*

A História da Ciência como uma dimensão indispensável da educação em ciências

A História da Ciência e a educação para a cidadania

Nos últimos anos, a educação científica convive com algumas contradições. Por um lado, existe um notável esforço por expandir ou aproximar a cultura científica a um número cada vez maior de cidadãos. Tanto o prolongamento do ensino obrigatório, que estende a educação científica a mais alunos e durante mais tempo, quanto a crescente promoção dos saberes científicos em diversos âmbitos da educação informal (revistas de divulgação, documentários televisivos, museus etc.) tornam a presença das ciências nos âmbitos da educação formal e não formal, em termos quantitativos, mais extensa e intensa do que nunca. Mas, ao mesmo tempo e paradoxalmente, aumenta uma crescente sensação de crise ou fracasso dessa educação (COLLINS & BODMER, 1986). Resultados de projetos de avaliação envolvendo uma análise comparativa da situação em diferentes

¹ Professora Associada com Agregação do Instituto de Educação e Psicologia Universidade do Minho (Braga, Portugal). (e-mail: cduarte@iep.uminho.pt)

países no que diz respeito ao desempenho, em ciências, de jovens de diferentes níveis de ensino (Projeto TIMSS – Third International Mathematics and Science Study), assim como o grau de “literacia científica” revelado por jovens de 15 anos de idade, de diferentes níveis de escolaridade (Projecto PISA – Programme for International Student Assessment, OCDE, 2000) evidenciam que, se atendermos ao grau de compreensão e aprendizagem realmente alcançado por muitos alunos em temas científicos e ainda às suas atitudes face às ciências, a situação é bastante preocupante. Esses resultados são consistentes com os obtidos por meio de inquéritos realizados que mostram o baixo nível de conhecimento científico possuído por cidadãos adultos, independentemente do número de anos que estudaram ciências (DURANT *et al.*, 1989, *apud* FENSHAM, 2000). Parece, assim, face aos dados obtidos, não ser exagerado afirmar que a maior parte dos alunos e dos cidadãos não compreende as ciências que estuda e nas quais se baseia uma boa parte da tecnologia que utiliza todos os dias (MILLAR, 1996; STINNER & WILLIAMS, 1998).

Esses estudos vieram revelar as limitações da educação científica tradicional para atuar numa sociedade que se reclama cada vez mais como “sociedade da informação e do conhecimento”, conduzindo à retomada da discussão quanto à volta do conceito de “literacia científica” (DRIVER & OSBORNE, 1998; FENSHAM & HARLEN, 1999; HURD, 1998) e da necessidade de inovar e produzir novos currículos e novas formas de ensinar ciências (MILLAR, 1996; SOLOMON, 2001). O objetivo de formar “futuros cientistas” (revelar talentos ou despertar vocações), perseguido durante décadas pelo ensino escolar das ciências, passa agora para o de formar cidadãos capazes de estabelecer uma relação crítica com a ciência e a tecnologia, mas também conhecedores da História da Ciência. Como afirmam JUSTI & GILBERT (2000), conhecer, como chegamos a conhecer, o que conhecemos sobre as ciências é algo que um cidadão cientificamente culto do século XXI não pode ignorar.

Essa convicção foi reiterada na Conferência Internacional *Science in School and the Future of Scientific Culture in Europe*, realizada em Lisboa, ao considerar-se que o desenvolvimento da cidadania passa por colocar uma maior ênfase na relevância das ciências, da sua história e das relações com a tecnologia (GAGO, 1994).

Essas recomendações remetem-nos para uma reflexão mais aprofundada sobre a importância da História da Ciência na educação em ciências.

Importância da História da Ciência na Educação em Ciências

Podemos procurar a resposta a esta questão olhando-a quer no âmbito das suas potencialidades para a formação dos alunos, quer no âmbito da contribuição para a construção da própria área da educação em ciências.

No que diz respeito ao primeiro aspecto, vamos considerar as potencialidades que recebem o reconhecimento de diversos autores (MATTHEWS, 1994; SHORTLAND & WARWICK, 1989; entre outros), de onde destacamos as seguintes: (1) A História das Ciências, ao fornecer informação contextualizada dos conceitos e teorias científicas que prevaleceram em vários momentos da história, pode facilitar e enriquecer a compreensão conceitual (RUTHERFORD & AHLGREN, 1989). Por outro lado, a apresentação histórica de um conceito desempenha um papel psicológico no desenvolvimento da compreensão. Esse último aspecto, muito baseado nos trabalhos de PIAGET & GARCIA (1987), baseia-se quer na convicção, mais radical, de que existe um paralelismo entre a construção histórica dos conceitos científicos e a construção psicológica dos mesmos pelos alunos (MAS *et al.*, 1987), quer na suposição, mais moderada, da existência de analogias entre concepções perfilhadas por antigos cientistas e algumas idéias dos alunos (NUSSBAUM, 1985; PEDRINACI,

Nota: uma parte do conteúdo presente neste artigo constou de uma comunicação apresentada no I Encontro de Formação de Professores (Curitiba, 2003).

1999; SALTIEL & VIENNOT, 1985, SEQUEIRA & LEITE, 1991; entre outros). Seja qual for a posição perfilhada, muitos investigadores concordam que a História da Ciência pode ajudar os professores a antecipar concepções perfilhadas pelos alunos (WANDERSEE, 1985) ou a obter uma percepção das dificuldades conceituais – que, em alguns casos, assumem o caráter de verdadeiros obstáculos epistemológicos (PEDRINACI, 1999; GAGLIARDI & GIORDAN, 1988) – e metodológicos (GIL-PÉREZ & CARRASCOSA, 1985) sentidos pelos alunos na construção do conhecimento científico e assim prever estratégias para a sua superação; (2) O argumento de que a História da Ciência desempenha um papel fundamental na compreensão da natureza do conhecimento científico tem, subjacente, a idéia de que a aprendizagem das ciências necessita ser acompanhada de uma aprendizagem sobre as ciências. Isto acaba dando oportunidade aos alunos de compreenderem que as ciências são o produto de uma complexa atividade social, que antecipa e procede o ato individual da descoberta ou criação (HODSON, 1998), por permitir-lhes verificar como as teorias atualmente aceitas evoluíram em conseqüência de uma atividade humana, coletiva, desenvolvida em determinados contextos sócio-históricos e culturais (que também evoluíram ao longo dos tempos) e, dessa forma, apreciarem o significado cultural e a validação das teorias à luz do contexto em que foram aceitas (DUSCHL, 1997). Como afirma LIND (1980), a História da Ciência oferece o material adequado para ilustrar a descoberta, a modificação e a revisão, a rejeição e a readoção de teorias, a sua relatividade e a sua dependência da ideologia vigente; (3) A idéia de que a História da Ciência pode combater o cientismo e o dogmatismo, que são frequentes nos textos científicos e nas aulas de ciências, baseia-se na consideração que o conhecimento da historicidade das ciências promove a independência da mente, evitando o “cientismo”, isto é, a exaltação das ciências como algo absoluto, como uma capacidade quase ilimitada na resolução dos problemas da humanidade. Mas combate também o dogmatismo, evitando que se julguem como ingênuas as teorias científicas de outras épocas vistas à luz dos dados e das idéias de hoje; (4) São vários os autores que se referem às potencialidades da História da Ciência para evitar a visão negativa que muitos alunos/cidadãos têm sobre a ciência, mostrando o “lado humano” dos cientistas. Isto é possível recorrendo, por exemplo, a biografias de cientistas ou episódios das suas vidas. A História da Ciência pode, nesse sentido, estimular o interesse dos alunos e promover o desenvolvimento de uma atitude positiva para com as ciências, o que, em última análise, pode contribuir para diminuir a distância entre cientistas e não-cientistas (SNOW, 1969); (5) O argumento de que a História da Ciência pode fornecer aos alunos uma visão integrada do desenvolvimento das ciências encontra sustentação na idéia de que esse desenvolvimento só foi possível em conjunção com o desenvolvimento da matemática, filosofia, tecnologia, teologia, comércio, etc., e que, por sua vez, interfere com cada um desses campos, bem como com o da literatura e da cultura, de um modo geral. Por isso, uma perspectiva histórica das ciências físicas e naturais pode ajudar os alunos a ligar a aprendizagem de tópicos específicos dessas ciências com aprendizagens de outras áreas disciplinares, como a Matemática, a Literatura, a Geografia, a Filosofia etc. (CARSON, 2002).

Mas, como já dissemos anteriormente, a consideração da importância da História da Ciência na educação em ciências passa também pela forma como contribuiu para a renovação da Didática das Ciências.

Podemos situar o início dessa renovação no movimento, iniciado nos anos de 1960, com as reformas curriculares que ocorreram especialmente nos Estados Unidos, onde o objetivo era aproximar a aprendizagem das ciências das características do trabalho científico. Se é certo que, de uma forma geral, as contribuições da História e da Filosofia das Ciências foram ignoradas (DUSCHL, 1985) – apesar de algumas tentativas bem sucedidas para incorporar essas dimensões no desenvolvimento de alguns currículos ou programas (MATHEWS, 1998) – e a reforma curricular cedo revelou ter subjacente uma visão empirista e indutivista da ciência (HODSON, 1985 e 1988; MILLAR & DRIVER, 1987; entre outros), ela proporcionou as

bases para a reflexão, o debate e o desenvolvimento de novas problemáticas e perspectivas de ensino das ciências, agora apoiadas em reinterpretações da História e da Filosofia das Ciências e novos aprofundamentos/desenvolvimentos nos campos da Epistemologia e da Psicologia.

É nesse contexto, de forte crítica ao designado modelo de ensino por descoberta veiculado pela referida reforma curricular, que, no início da década de 70, surge aquele que foi considerado um dos programas de investigação mais produtivos no campo da educação em ciências, o Movimento das Concepções Alternativas – MCA (GILBERT & WATTS, 1983). Nesse novo movimento, fortemente influenciado por perspectivas psicológicas construtivistas, as concepções que os estudantes perfilham relativamente a muitos conteúdos científicos foram tomadas como objeto de investigação.

O MCA conduziu a um crescente consenso sobre a necessidade de uma nova orientação para o ensino-aprendizagem das ciências. É neste âmbito que surge a proposta de Mudança Conceitual, de autoria de POSNER *et al.* (1982), que recebe a influência de filósofos como Kuhn e Lakatos e coloca a ênfase nas concepções individuais dos estudantes e nas condições para a sua mudança ou desenvolvimento. Ela torna-se o paradigma da perspectiva “clássica” de ensino por mudança conceitual, levando à proposta de diversos “modelos” de ensino, que, apesar de apresentarem algumas diferenças, configuram todos eles uma visão de aprendizagem das ciências como uma mudança conceitual (WEST & PINES, 1985). Essa perspectiva de ensino vai ter uma enorme repercussão no que se refere à investigação em educação em ciências (WANDERSEE *et al.*, 1994). Contudo, no fim dos anos 80 e durante a década de 90, várias críticas começam a tornar-se explícitas relativamente a essa perspectiva de ensino e vão conduzir quer a revisões da teoria inicial, incluindo fatores não contemplados na teoria original (STRIKE & POSNER, 1992; VOSNIADOU & IOANNIDES, 1998; entre outros), quer à proposta de novas perspectivas de ensino. Estas, embora integrando elementos da perspectiva anterior, incorporam novas orientações do ensino das ciências, nomeadamente: a ligação entre o desenvolvimento conceitual dos alunos e as visões metacognitivas, tais como as relativas à natureza das ciências e à aprendizagem; a convicção de que no processo de ensino-aprendizagem interagem fatores de natureza cognitiva e afetiva; a compreensão de que a aprendizagem das ciências é um fenómeno complexo que necessita ser abordado por meio de uma pluralidade de perspectivas epistemológicas. Nesse sentido, defendem uma abordagem didática essencialmente orientada para a investigação de problemas (GIL-PÉREZ, 1993; CACHAPUZ, 2001), que agora resultam de “problemáticas mais abertas, com raízes ou incidências sociais fortes” (CACHAPUZ, 2001, p. 45). Assim, essas propostas, que de uma forma mais ou menos explícita parecem receber também a influência de filósofos como LAUDAN (1977), e a adesão a perspectivas socioconstrutivistas da aprendizagem acentuam vertentes como a da inter e da transdisciplinaridade, a da abordagem de situações-problema do cotidiano e valorizam as inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, bem como as estratégias de trabalho (nomeadamente o trabalho experimental e o recurso à História da Ciência) que permitam inferir a existência de um pluralismo metodológico (CACHAPUZ, 2001).

O que parece emergir de todo esse movimento é uma reaproximação frutífera entre a História da Ciência, a Filosofia da Ciência (fortemente marcada por perspectivas da Nova Filosofia da Ciência) e o ensino das ciências, permitindo um movimento em espiral que retoma e reconstrói, a níveis diferentes de complexidade e de profundidade, questões que se colocam no campo da didática das ciências e, simultaneamente, integram novos elementos, permitindo a transformação e gerando a inovação.

Um aspecto importante dessa reaproximação é proporcionar diferentes linhas de investigação e reflexão orientadas para problemáticas diversas, que incluem quer o ensino das ciências, quer o ensino sobre as ciências (MATTHEWS, 1994). A integração dessa multiplicidade estimula o questionamento, gera novas sinergias e tem um efeito propulsor no avanço e na reorganização da didática das ciências. Estamos perante uma “Nova Didática”, no quadro

da qual se procura reconstruir a articulação entre o ensino das ciências, a História da Ciência e a Epistemologia da Ciência (CACHAPUZ *et al.*, 2000).

A História da Ciência e os currículos de ciências

A valorização explícita da História da Ciência como uma dimensão indispensável na educação em ciências consubstancia-se na sua integração ao nível de alguns currículos oficiais, emergentes de reformas/reorganizações curriculares recentes, em países como Estados Unidos (RUTHERFORD & AHLGREN, 1989), Inglaterra (NATIONAL CURRICULUM FOR ENGLAND, 1999), Dinamarca (NIELSEN & THOMSEN, 1990), França (por ex.: PROGRAME PHYSIC-CHIMIE, 2002), Espanha (por ex.: DESENVOLVIMENTO CURRICULAR, Xunta de Galicia, 2001), Portugal (DEPARTAMENTO DO ENSINO BÁSICO, 2001), ou em projetos curriculares de um grupo particular de investigadores. Este último parece ser o caso das propostas apresentadas por BEVILACQUA & BORDONI (1998), na Itália; por CAAMAÑO (1996) e HERNÁNDEZ GONZÁLEZ & PRIETO PÉREZ (2000), na Espanha; por REIS *et al.* (2001), no Brasil; por CARSON (2002), nos Estados Unidos.

A relevância da História da Ciência para o desenvolvimento da cidadania encontra igualmente eco nos currículos de ciências portugueses. A título de exemplo, cita-se o referido no currículo de Ciências Físicas e Naturais do ensino básico, em que se considera importante que os alunos encontrem explicações confiáveis sobre o mundo e eles próprios por meio de:

- (ii) Conhecer relatos de como idéias importantes se divulgaram e foram aceitas e desenvolvidas, ou rejeitadas e substituídas;
- (iii) Reconhecer que o conhecimento científico está em evolução permanente, sendo um conhecimento inacabado (DEB, 2001, p. 130).

Embora se constate, da análise dos programas, que a importância atribuída à História da Ciência aumente ao longo dos níveis de ensino, a omissão ou as indicações muito sucintas à forma como o material histórico deve ser incluído na sala de aula, deixa essa utilização ao critério de cada professor, verificando-se o mesmo quanto ao tipo de material histórico a utilizar e quanto à extensão a dar ao tratamento desse material. E esse fato remete-nos para o problema central deste artigo e que tem a ver com a utilização da História da Ciência na prática dos professores e conseqüentes implicações para a formação dos mesmos.

A utilização da História da Ciência na sala de aula, requer que os professores possuam uma formação que lhes permita fazer uma seleção de material histórico adequado ou mesmo a construção de materiais específicos para a situação de ensino-aprendizagem. Isto pode exigir, entre outros aspectos, tanto a compreensão de uma linguagem por vezes demasiado técnica e especializada, presente nos textos originais, como a relação correta dos conhecimentos científicos atuais com os do passado (PACCA & DION, 1999), como ainda conhecimentos epistemológicos que permitam fazer uma seleção e utilização pedagógica fundamentada.

A questão que se levanta é a seguinte: estarão os professores preparados para pôr em prática esse desafio?

A História da Ciência na prática de professores portugueses: resultados de alguns estudos

Quase em simultâneo com a investigação em que se procura evidenciar a importância da utilização da História da Ciência no ensino das ciências, resultados de alguns estudos

realizados com professores portugueses mostram como as suas práticas não são congruentes com o preconizado na investigação realizada (DUARTE, 2003). A esse propósito, já em 1983, COSTA, referindo-se ao ensino da Química em Portugal, afirmava: “na grande maioria das nossas escolas, ensina-se a Química como se tratasse de um exercício mental, dando toda a atenção à atualidade das teorias e modelos que constituem o seu conteúdo, sem qualquer preocupação pelo enquadramento passado, presente e futuro de tais teorias e modelos. Não há a mínima preocupação em referir o modo ‘vivo’ como se chegou ao presente estado do conhecimento científico...” (p. 14). Essa afirmação parece ganhar apoio por meio de resultados de estudos recentes que procuraremos apresentar de forma sucinta.

CARDOSO (1996) realizou uma investigação acerca das possíveis contribuições da História da Física para o enriquecimento da formação dos professores de Física, especialmente no que concerne à utilização desta para o desenvolvimento de estratégias de mudança conceitual. Algumas das conclusões referidas pela autora são as seguintes:

- a generalidade dos professores reconhecia a importância da História da Física, atribuindo-lhe um papel importante na motivação dos alunos, na construção de imagens mais adequadas da ciência e na compreensão de conceitos;
- a utilização histórica privilegiada pelos professores era descritiva, factual e cronológica;
- a forma como os professores utilizavam a história na sala de aula não correspondia à relevância, dada pelos mesmos, quanto ao seu uso no ensino da Física;
- os professores, de um modo geral, não associavam a História da Física a estratégias de mudança conceitual;
- as principais dificuldades apresentadas pelos professores na utilização da História da Física, enquanto recurso didático, diziam respeito à falta de formação e de material adequado.

MARTINS *et al.* (2002) elaboraram um estudo diagnóstico sobre a situação da Física e da Química por meio da aplicação de um questionário de opinião a uma amostra de 1422 professores (o que representa cerca de 25% do total de professores de Física e Química à data de aplicação do questionário). Este abordava aspectos essenciais relacionados com o ensino da Física e da Química, entre os quais se incluía a História da Ciência.

Neste contexto, as principais conclusões foram as seguintes:

- as dimensões dos programas relacionadas com a História da Ciência e da inter-relação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente não eram praticamente abordadas em todos os níveis de ensino;
- finalidades relativas a “sensibilizar os alunos para a natureza dinâmica da Ciência por intermédio da reflexão sobre a História da Física e da Química” foram das menos valorizadas pelos professores;
- o recurso a episódios da História da Física e da Química era praticamente não utilizado nas aulas;
- uma das principais áreas deficitárias quer na formação inicial, quer contínua, estava relacionada com a História da Ciência.

Um estudo mais restrito é referido em CACHAPUZ *et al.* (2000), e envolveu quatro professores de Ciências Físico-Químicas. Os resultados da primeira fase do estudo, que permitiu caracterizar eventuais aspectos problemáticos identificados nas práticas de ensino desses professores, revelaram:

- os professores possuíam uma visão a-histórica das ciências;
- os professores atribuíam ao trabalho experimental essencialmente um papel confirmatório/ilustrativo;
- os professores revelaram uma visão não-problemática e de neutralidade do conhecimento científico.

Em síntese, e como acentuado pelos autores, “o estudo aponta para dificuldades de leitura epistemologicamente sustentadas na temática *conservação da massa nas reações químicas*, predominando uma visão utilitária, funcional e instrumentalista dos conteúdos. A dimensão epistemológica não é intencionalmente utilizada” (p. 128).

Um outro estudo (CORREIA & DUARTE, no prelo; CORREIA, 2003) envolveu uma amostra heterogênea (no que diz respeito à experiência profissional, habilitações acadêmicas e responsabilidade na formação de professores) de 104 professores de Ciências Físico-Químicas, distribuídos por todo o país, e que responderam a um questionário. As principais conclusões apontaram para os seguintes aspectos:

- um terço dos professores inquiridos afirmou ter tido no seu curso de formação inicial uma disciplina de História da Ciência. Contudo, a maioria avaliou como “insuficiente” a sua formação inicial nesta disciplina;
- a maioria dos professores nunca frequentou cursos/ações ou congressos subordinados à História da Ciência / História da Química;
- cerca de metade da amostra de professores disse ter conhecimento das potencialidades da utilização da História da Química no ensino da Química;
- a maioria dos professores afirmou utilizar a História da Química na sua prática pedagógica; contudo, não foi capaz de dar exemplos relativos à forma como a usavam;
- os professores que diziam não utilizar a História da Química na sua prática pedagógica invocaram a falta de formação/preparação adequada como o fator responsável;
- a maioria dos professores, independentemente de utilizarem ou não a História da Química na sua prática pedagógica, considerou como importante a sua utilização;
- a maioria dos professores afirmou avaliar “poucas vezes” ou “nunca” os seus alunos em objetivos relacionados com a História da Química.

Embora os estudos revistos tenham características diferentes, quer no que diz respeito às metodologias privilegiadas, quer às amostras incluídas, dos resultados obtidos parece ser legítimo inferir que, apesar de alguns desses professores valorizarem a História da Ciência no ensino das ciências, isto não parece ser necessariamente congruente com a utilização da História da Ciência nas suas práticas de ensino. Embora os estudos referidos digam respeito a professores de Ciências Físico-Químicas, é de se admitir que uma situação semelhante ocorra com professores de outras disciplinas de Ciências.

Podemos pensar que subjacente a essas práticas está uma visão deformada do trabalho científico (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001) perfilhada por esses professores. Esta é uma causa possível, junto a outras que têm sido apontadas, nomeadamente: o modo como os professores são formados, a disponibilidade/indisponibilidade de bons materiais de ensino, os programas que se supõe que os professores cumpram (ABD-EL-KALICK *et al.*, 1998; DRIVER *et al.*, 1997) e/ou a falta de oportunidade de reflexão dos professores sobre as suas concepções relativamente à natureza das ciências (KOULAUDIS & OGBORN, 1989; LAKIN & WELLINGTON, 1994).

Essas suposições têm fortes implicações na formação de professores de ciências.

A História da Ciência e a educação em ciências: desafios para a formação de professores

É hoje incontornável a importância da História da Ciência na educação em ciências, concretizada em reformas ou reorganizações ocorridas nos currículos de ciências, nomeadamente em Portugal, e que levou à introdução de um maior número de referências relativas a questões históricas, filosóficas, éticas e culturais.

Essas constatações, aliadas aos resultados apresentados acima, trazem mais uma vez para o centro dos problemas educativos a formação de professores, colocando fortes desafios a todos aqueles que, como a autora deste artigo, acreditam que de nada serve mudar currículos se não houver mudanças nos professores que os implementam.

Enfrentar esses desafios exige considerar estratégias de formação de professores de sentido inovador, seja no âmbito da formação inicial, seja no da formação contínua. Não basta, como poderia parecer numa abordagem simplista, integrar nos currículos/cursos de formação disciplinas de História e/ou Filosofia das Ciências. Tal medida parece já ter sido tomada em muitas universidades portuguesas que formam professores, como nos demonstram os dados do Quadro 1, especialmente nos currículos das licenciaturas em Ensino da Física e Química.

Instituições de Ensino Superior que contemplam disciplinas de História e/ou Filosofia das Ciências nos currículos de formação inicial de professores

Instituição de Ensino	Licenciatura em ensino da Física e Química	Licenciatura em Ensino da Biologia e Geologia
Universidade dos Açores	-	-
Universidade do Algarve	H. C. e F. C.	0
Universidade de Aveiro	H. F.	-
Universidade da Beira Interior	-	0
Universidade de Coimbra	H. I. Q.	-
Universidade de Évora	H. C.	H. C.
Universidade de Lisboa	H. C. e F. C.*	-
Universidade Nova de Lisboa	-	0
Universidade do Minho	H. e F. C.*	-
Universidade do Porto	H. C. e F. C.	-
Universidade de Trás-Montes e Alto Douro	H. F. e H. Q.	H. C.
Universidade da Madeira	-	0

Nota: H. C. – História da(s) Ciência(s); F. C. – Filosofia da Ciência; H. e F. C. – História e Filosofia da Ciência; H. F. – História da Física; H. Q. – História da Química; H. I. Q. – História das Idéias da Química
* opcional; 0 – não existe o curso

Embora essa medida seja importante, porque um professor que não possui esse tipo de conhecimento limita-se a pôr em prática uma versão mutilada do currículo (MATTHEWS, 1994) ou, então, a repetir de forma acrítica aspectos históricos presentes nos manuais escolares (CORREIA, 2003), ela é manifestamente insuficiente como nos mostram os resultados de estudos realizados e já anteriormente referidos.

Torna-se indispensável criar oportunidades para os futuros e atuais professores refletirem nas possíveis utilizações da História da Ciência em contextos específicos, como os de planificação, ensino e avaliação (ABD-EL-KHALICK & LEDERMAN, 2000).

Preconiza-se, nesse quadro, uma formação que proporcione aos professores um envolvimento real em todo o processo enquanto principais agentes da sua formação, que os ajude a “assumirem-se como sujeitos e não como uma simples peça de um sistema mais vasto” (CORTESÃO, 1991, p. 623). Essa consideração questiona diretamente a relação entre quem investiga (professores do ensino superior) e os que aplicam na prática os resultados dessa investigação (professores de outros níveis de ensino). Trata-se de procurar romper com a separação, ainda existente, entre os espaços de produção e de integração do saber didático, a qual reforça uma visão teoricista da investigação e uma visão aplicacionista do ensino, potencialmente limitadora do seu impacto nos contextos educativos (VIEIRA, 2002).

A realização de alguns projetos colaborativos de formação, que implicaram uma interação entre professores do ensino superior e professores de outros níveis de ensino (por ex.: PRAIA, 1995; PAIXÃO, 1998), ou entre filósofos e professores de Física (FORINASH & RUMSEY, 2000), mostraram ser possível mudanças nas práticas dos futuros professores, mudanças estas que incidiram principalmente nas imagens sobre a natureza do conhecimento científico que podem promover nos seus alunos. Tal indica pistas para um caminho possível. Assim, o ponto fundamental é passar das iniciativas eventuais para projetos sistemáticos e institucionais multidisciplinares, que não podem deixar de se concretizar em currículos com um espaço muito flexível e situações muito diferenciadas, promovendo estudos de caso, análise de práticas, discussões, participação em investigações, investigação-ação... Esses projetos institucionais vão exigir um movimento desde o interior da própria instituição formadora, que se traduza numa cooperação entre diferentes formadores e se torne extensível à formação contínua e especializada de professores, fomentando a experimentação, a inovação e o ensaio de novos modos de trabalho pedagógico associados à reflexão crítica da sua utilização.

Na figura 1 (adaptada de GARRISON *et al.*, 1999) apresentam-se alguns dos princípios em que deve assentar essa perspectiva de formação de professores.

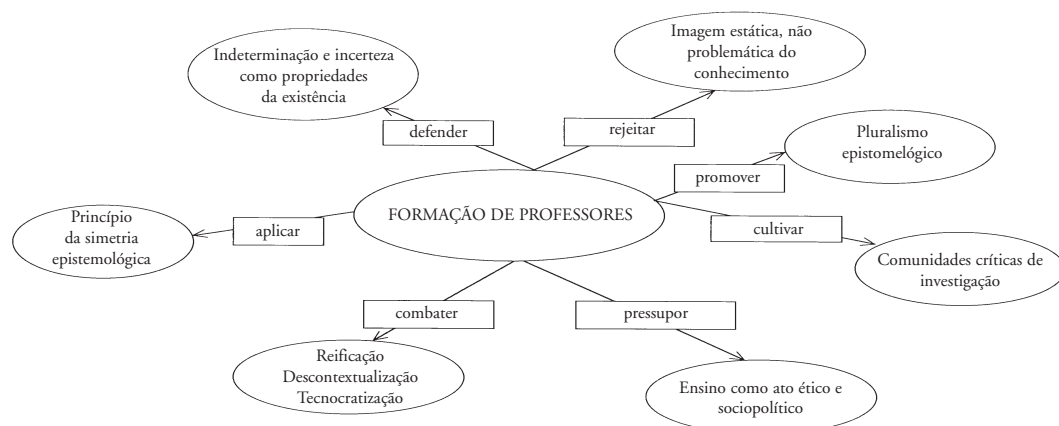


Figura 1 – Uma proposta para a formação de professores

Princípios como o do respeito/valorização dos saberes dos professores localmente construídos (traduzido no princípio da simetria epistemológica), o de aproximação dos professores à prática da investigação (cultivando comunidades críticas de investigação), o da problematização de teorias, práticas e contextos (rejeitando uma imagem estática, não problemática do conhecimento), por meio de uma reflexão sistemática e crítica reveladora das complexidades e contingências das práticas sociais que produzem o conhecimento (combatendo a “reificação, a descontextualização e a tecnocratização”). Como os próprios autores acentuam: “sem reflexão a natureza contingente do conhecimento permanece invisível e a linguagem do ensino separa conteúdos de métodos, sentimentos de pensamentos, objetividade de subjetividade, ensino de aprendizagem e, em última análise, os professores dos alunos” (GARRISON *et al.*, 1999).

Aponta-se, assim, para uma formação multidisciplinar e multifacetada que terá que contemplar não só uma vertente educacional geral e específica, mas também uma formação cultural, pessoal, social e ética.

Acreditamos que, se conseguirmos implementar estratégias formativas que respeitem os princípios explicitados, ao nível da formação inicial, os recém-licenciados sentirão a necessidade de continuar, já em exercício, a formação parcial realizada. Acreditamos também que, se tal acontecer no que se refere à formação contínua e especializada, teremos professores capazes de responder ao desafio de contribuir para a formação de cidadãos capazes de estabelecer uma relação crítica com a ciência e a tecnologia (HODSON, 1998), em que a dimensão histórica desempenha um papel fundamental.

Considerações finais

A idéia de que a História da Ciência deve constituir uma dimensão indispensável na educação dos jovens recebe hoje um alargado consenso entre todos aqueles que, de uma forma mais ou menos direta, estão implicados na educação em ciências. Esse reconhecimento afirma-se em Portugal quer ao nível da reorganização e reforma curricular ocorridas no âmbito das Ciências Físicas e Naturais, em que claramente se enuncia a importância da História da Ciência na formação dos alunos, quer em alguns cursos de formação de professores que explicitamente incluem nos seus currículos uma disciplina de História da Ciência e /ou Filosofia da Ciência.

Contudo, resultados de diversos estudos em que se procurou investigar se e como os professores utilizam a História da Ciência na sua prática pedagógica revelaram, de uma forma geral, que muitos deles continuam a omitir a História da Ciência ou a veicular uma concepção do progresso científico como cumulativo e linear; além disso, alguns desses professores avaliam a sua formação em História da Ciência como claramente deficitária. Esses resultados mostram, de forma inequívoca, a insuficiência das medidas tomadas e remetem-nos para a necessidade de repensar a formação de professores. Tal implica não apenas repensar as próprias instituições de formação inicial e contínua de professores, mas também a escola que se deve assumir como uma verdadeira instituição de formação e de inovação. Temos consciência que a mudança é, como nos refere BENAVENTE (1988), um processo complexo “que não se processa de fora para dentro, nem apenas de dentro para fora; mobilizar energias, construir respostas, ensaiá-las, avaliá-las, transformar de fato as práticas institucionais ocupando os espaços profissionais, são certamente mudanças de dentro para fora; só neste duplo movimento, nesta tensão entre estruturas e pessoas, entre fora e dentro, gera-se a mudança”. Mas este não é, certamente, um processo impossível.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F, BELL, R.; LEDERMAN, N. The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, New York, v. 82, n. 4, p. 418-436, 1998.

_____. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, London, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

BENAVENTE, A. Da construção do sucesso escolar: equacionar a questão e debater estratégias. *Seara Nova*, Lisboa, v. 18, 1988.

BEVILACQUA, F.; BORDONI, S. New concepts for new media: pavia project physics. *Science & Education*, Dordrecht, v. 7, p. 451-469, 1998.

CAAMAÑO, A. La comprensión de la naturaleza de la ciencia: un objetivo de la enseñanza de las ciencias en la ESO. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, Valência, v. 8, abr., p. 43-51, 1996.

CACHAPUZ, A. (Org.). *Perspectivas de Ensino: textos de apoio n. 1*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência, 2001.

CACHAPUZ, A. *et al.* Uma visão sobre o ensino das ciências na pós-mudança conceptual: contributos para a formação de professores. *Inovação*, Lisboa, v. 13, n. 2-3, p. 117-137, 2000.

CARDOSO, A. M. **O recurso à história da física para uma aprendizagem por mudança conceptual no contexto da formação contínua de professores: um exemplo para a queda dos graves**. 1996. Dissertação (Mestrado)-Universidade de Aveiro, Aveiro, 1996.

CARSON, R. The epic narrative of intellectual culture as a framework for curricular coherence. *Science & Education*, New York, v. 11, p. 231-246, 2002.

COLLINS, P.; BODNER, W. The public understanding of science. *Studies in Science Education*, Leeds, Inglaterra, n. 13, p. 96-104, 1986.

CORREIA, S.; DUARTE, M. C. A história da química na prática dos professores de ciências físico-químicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA NA ESCOLARIDADE BÁSICA, 9., 2001, Viseu-PT. *Actas...* Viseu-PT: Escola Superior de Educação, 2001.

CORREIA, S. **A utilização da história da ciência no ensino da química: contributos para o seu diagnóstico**. 2003. Dissertação (Mestrado)-Universidade do Minho, Braga, 2003.

CORTESÃO, L. Supervisão numa perspectiva crítica. In: CONGRESSO CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO EM PORTUGAL. 1991, Porto. *Actas...* Porto: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, 1991.

COSTA, A. Do uso da história da química no seu ensino. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, Lisboa, v. 2, n. 15/16, p. 12-15, 1983.

DESENVOLVIMENTO curricular, física e química, xunta de Galicia.
Disponível em: <http://www.xunta.es/>. Acesso em: 17 dez. 2001.

DRIVER, R. *et al.* **Young people' images of science**. Buckingham: Open University Press, 1997.

DRIVER, R.; OSBORNE, J. Reappraising science education for scientific literacy. In: **Meeting of the National Association for Research in Science Teaching**, 1998, San Diego, abr., 1998.

DUARTE, M. C. **A história da ciência e o ensino das ciências: contributos e desafios**. Lição de síntese apresentada nas provas de agregação, 2003. (Não publicada).

DUSCHL, R. Science education and philosophy of science: twenty-five years of mutually exclusive development. **School Science and Mathematics**, Menasha, v. 85, n. 7, p. 541-555, nov. 1985.

DUSCHL, R. **Renovar la enseñanza de las ciencias: importancia de las teorías y su desarrollo**. Madrid: Narcea, 1997.

FENSHAM, P.; HARLEN, W. School science and public understanding of science. **International Journal of Science Education**, London, v. 21, p. 755-763, 1999.

FENSHAM, P. Providing suitable content in the "science for all" curriculum. In: MILLAR, R.; LEACH, J.; OSBORNE, J. (Ed.). **Improving science education: the contribution of research**. Buckingham: Open University Press, 2000. p. 147-164.

FORINASH, K.; RUMSEY, W. A first course in the history and philosophy of science. **European Journal of Physics**, London, v. 21, p. 427-433, 2000.

GAGLIARDI, R.; GIORDAN, A. La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 4, n. 2, p. 253-258, 1988.

GAGO, M. **Science in school and the future of scientific culture in europe**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 1994.

GARRISON, J. *et al.* Critical-constructivism, science education, and teachers' epistemological development. Disponível em: <http://opus.cilea.it/cgi-bin/fisicasite>. Acesso em: 10 nov. 1999.

GIL-PÉREZ D.; CARRASCOSA, A. Science learning as a conceptual and methodological change. **European Journal of Science Education**, London, v. 7, n. 3, p. 231-236, 1985.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza: aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

GIL-PÉREZ, D., *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GILBERT, J.; WATTS, M. Concepts, misconceptions and alternative conceptions: change perspectives in science education. **Studies in Science Education**, Leeds, Inglaterra, v. 10, p. 61-98, 1983.

HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M.; PRIETO PÉREZ, J. Un currículo para el estudio de la historia de la ciencia en secundaria (La experiencia del Seminario Orotava de Historia de la Ciencia). **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 18, n.1, p. 105-112, 2000.

HODSON, D. Philosophy of Science, Science and Science Education. **Studies in Science Education**, Leeds, Inglaterra, v. 12, p. 25-57, 1985.

_____. Toward a philosophically more valid science curriculum. **Science Education**, New York, v. 72, n. 1, p. 19-40, 1988.

_____. **Teaching and learning science: towards a personalized approach**. Buckingham: Open University Press, 1998.

HURD, P. Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**, New York: John Wiley & Sons, n. 82, p. 407-416, 1998.

JUSTI, R.; GILBERT, J. History and philosophy of science through models: some challenges in the case of “the atom”. **International Journal of Science Education**, London, v. 22, n. 9, p. 993-1009, 2000.

KOULAIDIS, V.; OGBORN, J. Philosophy of science: an empirical study of teachers views. **International Journal of Science Education**, London, v.11, n. 2, p. 173-184, 1989.

LAKIN, S.; WELLINGTON, J. Who Will Teach the “Nature of Science”?: teachers’ views of science and their implications for science education. **International Journal of Science Education**, London, v. 16, n. 2, p. 175-190, 1994.

LAUDAN, L. **Progress and its problems: toward a theory of scientific growth**. Berkeley: University of California Press, 1977.

LIND, G. Models in Physics: some pedagogical reflexions based on the history of science. **European Journal of Science Education**, London, v. 2, n. 1, p. 15-23, 1980.

MARTINS, A. *et al.* **O livro branco da física e da química**. [S.l.]: Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química, 2002.

MAS, C.; PEREZ, J. H.; HARRIS, H. H. Parallels between Adolescents’ Conceptions of Gases and the History of Chemistry. **Journal of Chemical Education**, Easton, v. 64, n. 7, p. 616-618, 1987.

MATTHEWS, M. **History, philosophy, and science teaching: selected readings**. Toronto: OISE Press, 1991.

MATTHEWS, M. **Science Teaching: the role of history and philosophy of science**. New York: Routledge, 1994.

MATTHEWS, M. The nature of science and science teaching. In: FRASER, B.; TOBIN, K. (Ed.). **International Handbook of Science Education**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1998. v. 2, p. 981-999.

MILLAR, R.; DRIVER, R. Beyond processes. **Studies in Science Education**, Leeds, Inglaterra, v. 14, p. 33-62, 1987.

MILLAR, R. Towards a science curriculum for public understanding. **School Science Review**, London, v. 77, n. 280, p. 7-18, 1996.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. DEPARTAMENTO DO ENSINO BÁSICO. **Ciências físicas e naturais: orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico**. Lisboa: Departamento do Ensino Básico, 2001.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. DEPARTAMENTO DO ENSINO BÁSICO. **Currículo Nacional do Ensino Básico: competências essenciais**. Lisboa: Departamento do Ensino Básico. 2001.

NATIONAL curriculum for England. Disponível em: <http://www.nc.uk.net>. Acesso em: 17 dez. 2001.

NIELSEN, H.; THOMSEN, P. History and philosophy of science in physics education. **International Journal of Science Education**, London, v. 12, n. 3, p. 308-316, 1990.

NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. **International Journal of Science Education**, London, n. 11, p. 530-540, 1989. Special Issue.

PACCA, J.; DION, S. The use of original texts in the classroom. Disponível em: <http://opus.cilea.it/cgi-bin/fisicacasite>. Acesso em: 15 nov. 1999.

PAIXÃO, F. **Da construção do conhecimento didático na formação de professores de ciências: conservação da massa nas reacções químicas: estudo de índole epistemológica**. 1998. Dissertação (Doutorado)-Universidade de Aveiro, Aveiro, 1998. v. 1.

PEDRINACI, E. Algunas aportaciones de la epistemología y la historia de la ciencia a la enseñanza de las ciencias. In: TRINDADE, V. (Coord.). **Metodologias do ensino das ciências: investigação e prática dos professores**. Évora: Universidade de Évora, Departamento de Pedagogia e Educação, 1999. p. 83-104.

PIAGET, J. & GARCIA, R. **Psicogénese e história das ciências**. Lisboa: Dom Quixote. 1987.

POSNER, G. *et al.* Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, New York, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

PRAIA, J. **Formação de professores no ensino da geologia: contributos para uma didáctica fundamentada na epistemologia das ciências. O caso da deriva continental v. 1**. Dissertação (Doutorado)-Universidade de Aveiro, Aveiro, 1995.

PROGRAMME de la classe de seconde-physique-physique-chimie. Disponível em: <http://www.cndp.fr/textes>. Acesso em: 13 dez. 2002.

- REIS, J., *et al.* History, Science and Culture: curricular experiences in Brazil. **Science & Education**, Dordrecht, v. 10, p. 369-378, 2001.
- RUTHERFORD, F.; AHLGREN, A. **Project 2061: Science for all Americans**. New York: American Association for the Advancement of Science, 1989.
- SALTIEL, E. & VIENNOT, L. Que aprendemos de las semejanzas entre las ideas historicas y el razonamiento espontáneo de los alumnos? **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 3, n. 3, p. 137-144, 1985.
- SEQUEIRA, M.; LEITE, L. Alternative conceptions and the history of science in physics teacher education. **Science Education**, New York, v. 75, n.1, p. 45-56, 1991.
- SHORTLAND, M.; WARWICK, A. **Teaching the history of science**. Oxford: Basil Blackwell, 1989.
- SNOW, C. **Two cultures and a second look**. Cambridge: Cambridge University Press. 1969.
- SOLOMON, J. Teaching for scientific literacy: what could it mean? **School Science Review**, London, v. 82, n. 300, p. 93-96, 2001.
- STINNER, A.; WILLIAMS, H. History and philosophy of science in the science curriculum. In: FRASER, B.; TOBIN, K. (Ed.). **International Handbook of Science Education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishing, (part two), 1998. p. 1027-1045.
- STRIKE, K.; POSNER, G. A. Revisionist theory of conceptual change. In: DUSCHL, R.; HAMILTON, R. (Ed.). **Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice**. Albany: State University of New York Press, 1992. p. 147-176.
- VIEIRA, F. Para uma redefinição do papel dos professores na investigação em didáctica das línguas estrangeiras. In: ENCONTRO NACIONAL A DIDÁTICA DAS LÍNGUAS E DAS LITERATURAS EM PORTUGAL, 1, 2002, Coimbra. **Anais...** Coimbra: Faculdade de Letras, 2002.
- VOSNIADOU, S.; IOANNIDES, C. From conceptual change to science education: a psychological point of view. **International Journal of Science Education**, London, v. 20, p. 1213-1230, 1998.
- WANDERSEE, J. Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? **Journal of Research in Science Teaching**. New York, v. 23, n. 7, p. 581-597, 1985.
- WANDERSEE, J.; MINTZES, J.; NOVAK, J. Research on alternative conceptions in science. In: GABEL, D. L. (Ed.). **Handbook of research on science teaching and learning**. New York: MacMillan, 1994. p. 177-210.
- WEST, L. H. T.; PINES, A. L. **Cognitive structure and conceptual change**. Orlando: Academic Press, 1985. p. 69-81.