

Avance de las memorias del seminario (provisional) ISBN - 978-84-7666-199-4

A Natureza da Ciência nos Programas do Ensino Secundário Português

Fátima Paixão¹ & Margarida Figueiredo²

¹Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco & Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. E-mail: mfpaixao@ipcb.pt

²Departamento de Química da Universidade de Évora e Centro de Química de Évora, Évora, Portugal. E-mail: muf@uevora.pt

Introdução

As novas realidades sociais têm levado muitos investigadores a repensar as finalidades da educação científica e a propor uma cultura renovada para a ciência escolar (Aikenhead, 2009; Martins, 2006; Paixão & Cachapuz, 2003; Acevedo-Díaz, 1996...).

A participação cidadã nas decisões sobre questões ligadas à ciência e tecnologia e suas relações com a sociedade e a força da opinião pública mais informada são meios fundamentais para orientar a utilização da ciência para o progresso da humanidade e não para a sua destruição. Nesta perspetiva, os jovens devem adquirir uma literacia científica que lhes permita lidar com questões relacionadas, entre outras vertentes, com a ciência e a tecnologia (Martins & Paixão, 2011).

A ciência não é neutra e da relação que os cidadãos conseguirem estabelecer com ela advém a capacidade de participarem de modo informado e responsável nas decisões sociais e políticas de natureza tecnocientífica. Assim sendo, não se pode conceber a educação em ciências como o estudo do conhecimento científico mas, em vez disso, considerar um estudo da prática científica, ou seja, um estudo acerca da ciência, que conduza a uma literacia científica crítica (Hodson, 2009).

Como referem Osborne e Dillon (2008), o principal objetivo da educação em ciência deve ser educar os estudantes acerca das maiores interpretações do mundo material que a ciência oferece e acerca de como esta funciona. Para isso, exige-se conhecimento sobre a Natureza da Ciência (NdC), sendo esta um constructo que já atingiu um elevado consenso na sua transposição para a educação e que implica a consideração de diversos aspetos associados à história, filosofia e sociologia da ciência. Entre outros, Hodson (2009) advoga a inclusão destes aspetos no currículo de ciências permitindo aos jovens sair da escola com um conhecimento mais robusto

acerca da metodologia do conhecimento científico, da construção das teorias e de uma maior compreensão do papel e do estatuto do conhecimento científico.

No Sistema Educativo Português as decisões curriculares e os programas são da responsabilidade do Ministério da Educação e têm a abrangência do território nacional. Centramos a nossa atenção no ensino secundário português (ESP) (16-18 anos) por englobar, particularmente, alunos que seguirão carreiras tecnocientíficas e que, por isso, necessitam não só de uma abrangente formação em ciência mas também de formação sobre ciência, para a sua compreensão e atuação no mundo contemporâneo.

Problemática, Questões e Objetivos

A atenção que se dá à NdC nas propostas curriculares e programas a sua orientação epistemológica são definidoras da importância que, ao nível das políticas educativas de um país, se atribui à escola enquanto formadora de cidadãos para viverem e assumirem responsabilidades, em democracia. Há, então, necessidade de explicitarem o apelo ao ensino da NdC, numa perspetiva atual de cariz CTS, particularmente nas finalidades e objetivos. Deste modo, a questão que guiou o nosso estudo foi a seguinte: De que modo os programas das disciplinas de Física e Química do ESP explicitam as perspetivas atuais sobre a NdC?

Tomámos como objetivo geral do estudo analisar os programas de modo a explicitar evidências da consideração da NdC na orientação do ensino das ciências no ESP. De modo particular, referimo-nos, neste estudo, aos Programas de Física e Química.

Metodologia

O estudo insere-se numa metodologia de natureza qualitativa e de índole descritiva e interpretativa. Trata-se de um estudo de análise documental em que recorreremos à identificação de conteúdo do texto dos Programas que explicita a consideração da NdC centrada na perspetiva CTS. Assim, apontamos os principais aspetos que conceptualizam a NdC para o ensino das ciências evidenciados nas orientações, finalidades e objetivos dos documentos oficiais.

O *corpus* de análise centrou-se nos programas de Física e Química (10^o e 11^o anos), Física (12^o ano) e Química (12^o ano).

Resultados

Programa de Física e Química (10^o e 11^o anos)

A disciplina de Física e Química A é uma das três disciplinas do tronco comum da componente de Formação Específica do Curso Geral de Ciências Naturais e do Curso Geral de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário.

O Programa de Física e Química assume que:

A Física e Química terá, portanto, de ser encarada como uma via para o crescimento dos alunos e não como o espaço curricular onde se “empacotam” conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade.

No que respeita às Orientações para o ensino da Física e da Química, aponta o Documento oficial situa-se, clara e explicitamente, na orientação CTS. A abordagem problemática, na qual se utilizam grandes temas-problema da atualidade como contextos relevantes para o desenvolvimento e aprofundamento dos conceitos, é assumida pelo Programa, inserindo-o, assim, no nível das tendências internacionais da Educação CTS no que respeita à perspetiva atual sobre a NdC. Os autores do Programa (Caldeira & Martins, 2001) defendem que estes incluem:

- conteúdos científicos permeados de valores e princípios
- relações entre experiências educacionais e experiências de vida
- combinação de actividades de formatos variados

- envolvimento activo dos alunos na busca de informação
- recursos exteriores à escola (por exemplo, visitas de estudo devidamente preparadas)
- temas actuais com valor social, nomeadamente problemas globais que preocupam a
- humanidade.

No que respeita a Orientações para o ensino da Física e da Química, pode ler-se que:

A reflexão que tem vindo a ser desenvolvida a partir dos anos 80, à escala internacional, sobre as finalidades da educação científica dos jovens levou a que cada vez mais se acentuem perspectivas mais culturais sobre o ensino das ciências. O seu objectivo é a compreensão da Ciência e da Tecnologia, das relações entre uma e outra e das suas implicações na Sociedade e, ainda, do modo como os acontecimentos sociais se repercutem nos próprios objectos de estudo da Ciência e da Tecnologia. Este tipo de ensino privilegia o conhecimento em acção (po oposição ao conhecimento disciplinar) e é conhecido por “ensino CTS” (Ciência-Tecnologia- Sociedade) ou “CTS-A” (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) dada a natureza ambiental dos problemas escolhidos para tratamento.

Sobressai uma visão externalista do ensino da Ciência estruturada em torno de duas ideias centrais:

1. A compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade requer o recurso à interdisciplinaridade com vista a conciliar as análises fragmentadas que as visões analíticas dos saberes disciplinares fomentam e fundamentam. As visões disciplinares serão sempre complementares.

2. Escolhem-se situações-problema do quotidiano, familiares aos alunos, a partir das quais se organizam estratégias de ensino e de aprendizagem que irão reflectir a necessidade de esclarecer conteúdos e processos da Ciência e da Tecnologia, bem como das suas inter-relações com a Sociedade, proporcionando o desenvolvimento de atitudes e valores. A aprendizagem de conceitos e processos é de importância fundamental mas torna-se o ponto de chegada, não o ponto de partida. A ordem de apresentação dos conceitos passa a ser a da sua relevância e ligação com a situação-problema em discussão.

Quanto às finalidades do ensino da Física e Química, para os alunos, o Programa aponta as seguintes:

- Aumentar e melhorar os conhecimentos em Física e Química
- Compreender o papel do conhecimento científico, e da Física e Química em particular, nas decisões do foro social, político e ambiental
- Compreender o papel da experimentação na construção do conhecimento (científico) em Física e Química
- Desenvolver capacidades e atitudes fundamentais, estruturantes do ser humano, que lhes permitam ser cidadãos críticos e intervenientes na sociedade
- Desenvolver uma visão integradora da Ciência, da Tecnologia, do Ambiente e da Sociedade
- Compreender a cultura científica (incluindo as dimensões crítica e ética) como componente integrante da cultura actual
- Ponderar argumentos sobre assuntos científicos socialmente controversos
- Sentir-se melhor preparados para acompanhar, no futuro, o desenvolvimento científico e tecnológico, em particular o veiculado pela comunicação social
- Melhorar as capacidades de comunicação escrita e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)
- Avaliar melhor campos de actividade profissional futura, em particular para prosseguimento de estudos.

Realçamos, igualmente, alguns Objectivos gerais de aprendizagem apontados no Programa e que, diretamente, se relacionam com a aprendizagem da NdC na perspectiva CTS:

- Compreender conceitos (físicos e químicos) e a sua interligação, leis e teorias
- Compreender a importância de ideias centrais, tais como as leis de conservação e a tabela periódica dos elementos químicos
- Compreender o modo como alguns conceitos físicos e químicos se desenvolveram, bem como algumas características básicas do trabalho científico necessárias ao seu próprio desenvolvimento
- Conhecer marcos importantes na História da Física e da Química
- Reconhecer o impacto do conhecimento físico e químico na sociedade
- Diferenciar explicação científica de não científica
- Referir áreas de intervenção da Física e da Química em contextos pessoais, sociais, políticos, ambientais...

Através desta disciplina os alunos poderão ainda desenvolver aprendizagens importantes no que respeita à formação no domínio da Ciência, mas que a extravasam largamente por se inserirem num quadro mais vasto de Educação para a Cidadania Democrática. São elas:

- Compreender o contributo das diferentes disciplinas para a construção do conhecimento científico, e o modo como se articulam entre si
- Desenvolver a capacidade de seleccionar, analisar, avaliar de modo crítico, informações em situações concretas
- Desenvolver capacidades de trabalho em grupo: confrontação de ideias, clarificação de pontos de vista, argumentação e contra-argumentação na resolução de tarefas, com vista à apresentação de um produto final
- Ser crítico e apresentar posições fundamentadas quanto à defesa e melhoria da qualidade de vida e do ambiente

Atente-se, ainda, em algumas Competências associadas ao conhecimento da NdC a desenvolver pelos alunos através da preparação, realização e avaliação de atividades práticas, pontadas pelo Programa. Além de Competências do tipo processual, são apontadas Competências do tipo conceptual que realçam características do trabalho científico, como:

- Planear uma experiência para dar resposta a uma questão - problema
- Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico
- Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência
- Discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usados
- Reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos
- Identificar parâmetros que poderão afectar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar
- Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro.

O relevo dado à NdC é ainda evidenciado nas Competências do tipo social, atitudinal e axiológico apontadas:

- Reflectir sobre pontos de vista contrários aos seus
- Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e acção conjunta, com vista à apresentação de um produto final
- Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes

Programa de Química (12º ano)

O Programa de Química de 12º ano (Martins, 2004) segue a mesma linha orientadora dos Programas dos anos precedentes, estando imbuído da mesma orientação CTS e incentivando ao ensino da NdC. Pode ler-se, na Introdução:

A disciplina de Química aqui apresentada procura inserir-se na orientação científico-humanista do ensino das ciências, a qual tem vindo a ser defendida por um número crescente de investigadores e associações científicas de educação em ciência, entendida como aquela que permite aos alunos compreender fenómenos de cariz científico-tecnológico onde a construção do conhecimento é enquadrada num leque vasto de competências, atitudes e valores importantes e, por isso, úteis para o crescimento pessoal, social e profissional de cada aluno e para a consolidação de princípios próprios da democracia.

No que respeita às Orientações do ensino da Química, assume-se, claramente, que o ensino da Química no 12º Ano deverá reger-se por princípios que promovam a literacia científica dos alunos, pese embora a dificuldade de acordo com os autores sobre um conceito único de literacia científica, e o carácter opcional da disciplina.

Para o Programa, [a]pesar das evidências da importância da Ciência e Tecnologia para a sociedade, não é irrelevante ponderar que finalidades, que objectivos, que conteúdos e que formas de ensino da Ciência e das Tecnologias, neste caso de Química, são as mais adequadas para a formação dos alunos.

Todos os princípios enunciados se baseiam na democracia como um valor e, por isso, como um objectivo do desenvolvimento humano, e na ciência como um domínio que persegue ideais de bem para a Humanidade. É nesta perspectiva que muitos investigadores em desenvolvimento curricular vêm defendendo que a educação em Ciências deve perseguir ideais de cultura científica dos alunos, por oposição a uma lógica de mera instrução científica, que promovam o desenvolvimento pessoal dos alunos e lhes permitam alcançar uma participação social esclarecida.

São oito os princípios utilizados na conceção do Programa da disciplina e que o inserem, inequivocamente, nas perspetivas CTS, na educação em ciência:

1. Ensinar Química como um dos pilares da cultura do mundo moderno.
2. Ensinar Química para o dia-a-dia.
3. Ensinar Química como forma de interpretar o mundo.
4. Ensinar Química para a cidadania.

5. Ensinar Química para compreender a sua inter-relação com a tecnologia.
6. Ensinar Química para melhorar atitudes face a esta Ciência.
7. Ensinar Química por razões estéticas.
8. Ensinar Química para preparar escolhas profissionais.

Quanto às Finalidades da Disciplina de Química, o Programa considera algumas competências como fundamentais para a promoção da literacia científica:

- (1) competências de conteúdo (conhecimento declarativo e conceptual do domínio da Química);
- (2) competências epistemológicas (visão geral sobre o significado da Ciência, e da Química em particular, como forma de ver o mundo, distinta de outras interpretações).

A dimensão das acções inclui:

- (1) competências de aprendizagem (capacidade para usar diferentes estratégias de aprendizagem e modos de construção de conhecimento científico);
- (2) competências sociais (capacidade para cooperar em equipa de forma a recolher dados, executar procedimentos ou interpretar informação científica);
- (3) competências processuais (capacidade para observar, experimentar, avaliar, interpretar gráficos, mobilizar destrezas matemáticas; usar modelos; analisar criticamente situações particulares, gerar e testar hipóteses);
- (4) competências comunicativas (capacidade para usar e compreender linguagem científica, registar, ler e argumentar usando informação científica).

A dimensão dos valores diz respeito a competências éticas (conhecimento de normas e sua relatividade em contextos locais e ainda do seu carácter temporal).

Programa de Física (12º ano)

O Programa de Física de 12º ano do ESP (Fiolhais, 2004) não explicita a consideração de orientações de cariz CTS e não aponta uma identidade epistemológica que situe opções definidas relativamente à NdC. Contudo, valoriza aspetos indispensáveis para a literacia científica. Retirámos da Introdução o seguinte:

Compreender os fenómenos naturais, apreender a essência do conhecimento científico e suas consequências para as sociedades é parte importante da cultura do cidadão de hoje, nomeadamente o que frequentou o ensino secundário.

Quanto às finalidades, podem destacar-se que se pretende, a este nível, com o Programa:

- Contribuir para a cultura do aluno, proporcionando-lhe uma melhor compreensão do mundo, o que o ajudará, ao longo da vida, na tomada de decisões de modo fundamentado.
- Promover o interesse pelo conhecimento científico e tecnológico, cuja importância na sociedade actual é indiscutível.

No que respeita aos Objetivos gerais, alguns merecem destaque:

- Pretende-se que a disciplina de Física não só consolide e amplie conhecimentos em algumas áreas da física, mas também contribua para desenvolver capacidades e atitudes nos jovens. Por isso definem-se como objectivos gerais desta disciplina:
- Promover o conhecimento de conceitos, leis e teorias físicas e sua aplicação na explicação de fenómenos naturais e de dispositivos tecnológicos.
- Realçar as relações entre ciência e tecnologia e a sua importância.
- Desenvolver capacidades de observação, experimentação, avaliação, abstracção e generalização.
- Desenvolver o raciocínio, o espírito crítico e a capacidade de resolver problemas.
- Desenvolver a imaginação e a criatividade na elaboração de trabalhos relacionados com ciência.
- Desenvolver hábitos de trabalho orientados por métodos científicos.
- Realçar a natureza do conhecimento científico, a forma como ele é construído e validado, distinguindo-o de outros tipos de conhecimento.
- Realçar o papel da física no desenvolvimento das sociedades e na qualidade de vida das populações, tendo também em conta preocupações éticas, já que esse desenvolvimento pode vir acompanhado de aspectos negativos (produção de armas, impactes ambientais nocivos, etc.).
- Contribuir, ao lado das outras disciplinas do ensino secundário, para uma educação para a cidadania.

Conclusão

Da análise realizada, concluímos, inequivocamente, que os programas de Física e Química do ESP, com exceção do de Física de 12º ano, evidenciam uma explícita e

clara orientação CTS no sentido de promover o conhecimento e compreensão sobre a NdC defendida pelas filosofias contemporâneas da ciência. Este último também valoriza alguns aspetos indispensáveis para a literacia científica dos alunos, na introdução, finalidades e objetivos.

É de reforçar que tais programas se destinam a alunos que, na sua maioria, seguirão cursos científicos e tecnológicos no ensino superior, nomeadamente futuros professores.

Contudo, de um estudo conduzido por Figueiredo e Paixão (2011), a compreensão da NdC revelada por alunos do ensino superior português, no início do curso, não evidenciou um nível compatível com uma aprendizagem consonante com as orientações encontradas nos programas do Ensino Secundário. A conjugação destes resultados remete os problemas de iliteracia científica dos jovens para o domínio das práticas e, daí, para o domínio da formação de professores, impondo-se, assim, a estes níveis, novos enfoques sustentados nos princípios da educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que conduzam a uma visão da NdC assente nesses princípios. Para a renovação das práticas de ensino e de formação, a construção e validação de recursos didáticos apropriados é igualmente um pilar fundamental.

Embora fosse desejável que o conjunto fosse completamente harmonioso nas orientações educativas, podemos dizer que os problemas da educação em ciência em Portugal, ao nível do ensino secundário, não residem na qualidade dos Programas. Contudo, no nosso país, como noutros, mudam os governos e mudam as políticas educativas; descartam-se, com facilidade, as orientações internacionais para a literacia científica crítica quando as ideologias não assentam nos valores humanistas da construção de uma sociedade mais justa. Estamos, agora, num novo ciclo político e não se sabe por quanto tempo se manterão os Programas que aqui analisámos.

Referências

- Acevedo-Díaz, J.A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44.
- Aikenhead, G.S. (2009). *Educação Científica para Todos*. Mangualde e Ramada: Pedago.
- Caldeira, H. & Martins, I.P. (Coord.) (2001). *Programas de Física e Química, 10º e 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação
- Figueiredo, M. & Paixão, F. (2011). Opiniões sobre a natureza da ciência e da tecnologia de estudantes portugueses do ensino superior. In: A. Bennassar Roig; Vázquez, A.; Manassero, M.A. & García-Carmona, A. (Coord.) *Ciencia, tecnologia y sociedad en Iberoamerica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: OEI. Pp: 75-85.
- Fiolhais, M. (Coord.). (2004). *Programa de Física, 12º ano*. Lisboa: Ministério da Educação
- Hodson, D. (2009). *Teaching and Learning about Science*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Martins, I.P. (2006). Educação em ciência, Cultura e Desenvolvimento. In: F. Paixão, *Educação em Ciência, Cultura e Cidadania*. Coimbra: Alma Azul.
- Martins, I.P. & Paixão, M.F. (2011). Perspetivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In W.L.P. Santos & D. Auler, *CTS e Educação Científica. Desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora UnB. Pp.135-160.
- Martins, I.P. (Coord.) (2004). *Programa de Química, 12º ano*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical reflexions. A Report to the Nuffield Foundation*. London: Kings College.

Paixão, F. & Cachapuz, A. (2003). Mudanças na Prática de Ensino da Química pela formação dos Professores em História e Filosofia da Ciência. *Química Nova na Escola*, 18, 31-36.

Apoios:

Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores,
Universidade de Aveiro, Portugal

Centro de Química, Universidade de Évora, Portugal

EANCYT-Proyecto de Investigación EDU2010-16553 financiado por una ayuda del
Plan Nacional de I+D del Ministerio de Ciencia e Innovación (España).