

Natureza da ciência na formação inicial de professores e a prática orientada para a promoção da literacia científica

Faria, C.⁽¹⁾, Chagas, I.⁽¹⁾, Valente, B.⁽²⁾ & Almeida, R.⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto de Educação da Universidade de Lisboa

⁽²⁾ Escola Superior de Educação de Lisboa

Introdução

É hoje incontornável a ideia da importância e necessidade urgente de inclusão de aspetos relacionados com a natureza da ciência nos currículos dos ensinos básico e secundário, por ser uma componente crucial da literacia científica, um facilitador da compreensão e aprofundamento de conteúdos de ciências e um fator para a motivação e o interesse dos alunos, especialmente por induzir a compreensão em detrimento da memorização (ver Leden, Hansson, Redfors e Ideland, 2013, para uma revisão). A questão que se levanta é no entanto, se estarão os professores preparados para pôr em prática esse desafio?

Neste capítulo, o conceito “natureza da ciência” é utilizado para englobar “o que é a ciência, como funciona, os fundamentos epistemológicos e ontológicos da ciência, como é que os cientistas funcionam como grupo social e como a própria sociedade influencia e reage ao empreendimento científico” (Clough, 2006, p.463).

No seu artigo de 2008 sobre o estado da natureza da ciência na didática das ciências, Acevedo-Diaz reitera que os professores, em geral, revelam conceções desadequadas acerca da natureza da ciência, evidencia que a transferência de tais conceções para a prática docente não se realiza automaticamente, sendo um processo de elevada complexidade e, por fim, afirma que os professores parecem não valorizar a natureza da ciência como objetivo educativo tal como o fazem em relação a outros conteúdos curriculares (Acevedo-Diaz, 2008). Höttecke, Henke e Riess (2012) admitem que o ensino e a aprendizagem da natureza da ciência tem sido bastante deficiente, devido a diferentes fatores, entre eles, a falta de competências profissionais dos professores de ciências para ensinar essas temáticas. Clough (2018) reforça que, além de compreender a natureza da ciência e de como ensiná-la, os professores precisam de a valorizar.

Em suma, e de acordo com diversos estudos (para uma revisão ver Lederman, 1992, 2007), em geral os professores não estão preparados para abordar esta temática, pelo que se reveste de particular relevância a formação tanto inicial como contínua de professores e, conseqüentemente, a investigação em educação centrada em métodos e estratégias adequados, promotores do conhecimento, da compreensão e da mudança dos professores em direção a práticas inovadoras, que respondam às exigências da literacia científica na contemporaneidade.

A utilização da natureza 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 e aprendizagem. Os professores, para além do conhecimento dos conteúdos de ciências que vão lecionar, deverão possuir um conhecimento aprofundado e atualizado sobre estas temáticas, de forma a poderem contextualizar e situar os conteúdos a lecionar, mobilizando-os segundo métodos e estratégias de ensino e aprendizagem baseados na investigação e resolução de problemas, que irão permitir envolver os alunos em práticas que caracterizam a atividade científica (Kelly, 2014).

Para que estes objetivos sejam cumpridos, torna-se indispensável criar oportunidades para os futuros e atuais professores refletirem nas possíveis utilizações da natureza da ciência em contextos específicos, como os de planificação, ensino e avaliação (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). A este respeito Clough (2018) enuncia linhas de investigação que é urgente desenvolver com o objetivo de: determinar o nível de profundidade de conhecimento e compreensão dos professores de ciências sobre a natureza da ciência necessário para envolver os alunos em aprendizagens significativas; estabelecer requisitos mínimos de formação (inicial, contínua) dos professores de ciências para um ensino de qualidade acerca da natureza da ciência.

O ensino da natureza da ciência é assunto que tem sido objeto de investigação e fonte de discussão, ao longo, pelo menos, das últimas três décadas, através das quais várias abordagens têm sido propostas, salientando-se duas abordagens que têm sido amplamente debatidas: a abordagem implícita e a abordagem explícita.

Na abordagem implícita assume-se que os alunos desenvolvem conceções rigorosas acerca da natureza da ciência, automaticamente, ao realizarem atividades *hands-on* ou de investigação (*inquiry-based*), potenciais promotoras do desenvolvimento de competências processuais (Bell, Lederman & Abd-El-Khalick, 1998). No entanto, alguns estudos têm demonstrado que esta abordagem não será suficiente. De acordo com Bell, Lederman e Abd-El-Khalick (1998), ao analisar estudos centrados em programas de formação inicial de professores, num quadro implícito, os futuros professores não revelam a necessária mobilização dos conhecimentos adquiridos no planeamento de tarefas ou unidades didáticas informadas pela história e natureza da ciência.

Os defensores da posição a favor de um ensino explícito da natureza da ciência argumentam, com base em evidências, que os alunos precisam de realizar atividades em que aspetos da natureza da ciência, planeados pelo professor, são sujeitos a discussão e reflexão. Neste caso o professor não se limita a dizer aos alunos quais as conexões com a natureza da ciência que podem ser estabelecidas ao longo da atividade, mas cria situações de aprendizagem em que os alunos têm múltiplas oportunidades para refletir acerca das atividades realizadas e para as relacionar com a progressão do conhecimento científico e o trabalho dos cientistas (Khishfe & Lederman, 2006).

Mais recentemente, Duschl e Grandy (2013) descrevem e discutem duas perspetivas segundo as quais o ensino explícito da natureza da ciência tem vindo a ser concretizado. A versão 1 concretiza-se na análise e discussão, pelos alunos sob orientação do professor, de episódios históricos considerados como relevantes por investigadores de História, para a compreensão

da ciência. Um exemplo – Curvatura da luz na experiência do eclipse do sol de 1919: Einstein e Eddington (Niaz, 2009). Os proponentes desta abordagem histórica argumentam que os alunos desenvolvem concepções informadas da natureza da ciência através do estudo da história da ciência. Através desta abordagem são fornecidos aos alunos exemplos da progressão do conhecimento científico e das práticas dos cientistas, com o objetivo de compreender como a ciência tem mudado e continua a mudar (ver, por exemplo Solomon, Duveen, Scot & McCarthy 1992).

Tais episódios são construções racionais em torno de “princípios heurísticos” (Niaz, 2009) ou componentes interpretativos (Duschl & Grandy, 2013) identificados por esses investigadores para caracterizar a ciência. Tais princípios têm vindo a ser agrupados em listas como resultado do consenso entre grupos de investigadores. São muito mencionadas a lista de 11 princípios proposta por Niaz (2009) e a lista de sete princípios proposta por Lederman, Adb-El-Khalick, Bell e Schwartz (2002).

Ao centrar-se exclusivamente na discussão destes episódios, os defensores da Versão 1 contestam qualquer ligação entre a abordagem da natureza da ciência nas aulas de ciências e abordagens centradas na investigação (ex. Inquiry-based learning), face à falta de evidências nesse sentido e por não encontrarem vantagens na sua aplicação no ensino e aprendizagem da natureza da ciência.

A versão 2 concretiza-se em situações de aprendizagem correspondentes a práticas científicas de investigação: cognitivas, epistemológicas e metodológicas. Fundamenta-se em correntes contemporâneas da filosofia da ciência que pensam a natureza da ciência enquadrada nas atividades colaborativas da comunidade científica e, portanto a natureza da ciência e a investigação científica são vistas como entidades contínuas, não separadas (Duschl & Grandy, 2013). Estes autores afirmam que nestas situações os alunos desempenham os papéis cognitivos, epistemológicos e sociais das práticas em ciência que envolvem a formulação e refinamento de questões, medições, representações, modelos e explicações, comunicação e argumentação. Parte-se do princípio que as atuações dos alunos nestes contextos influenciam a compreensão da ciência.

Com este capítulo pretende-se contribuir para a compreensão sobre como se organiza e promove a compreensão da natureza da ciência e a prática orientada para a promoção da literacia científica, com base na descrição e reflexão acerca de alguns aspetos presentes em dois cursos de formação de professores: no Curso de Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, e no Curso de Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico da Escola Superior de Educação de Lisboa.

I. Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia

A reflexão aqui apresentada baseou-se na análise das seguintes fontes de informação: i) programas das Unidades Curriculares (UC) de Didática da Biologia e da Geologia I e II; ii)

Análise dos trabalhos dos formandos realizados no âmbito das UC acima identificadas, nos anos letivos de 2016/2017 e 2017/2018; iii) entrevista em grupo focado aos formandos do ano letivo 2017/2018; iv) reflexão escrita da docente responsável pelas UC acima identificadas.

Da análise das fichas curriculares de Didática I e II, verifica-se, em ambas, que é dada especial relevância à natureza da ciência como sendo promotora da literacia científica, “Esta unidade curricular fundamenta-se na ideia de que uma prática pedagógica conducente a um elevado índice de literacia científica requer a compreensão da natureza da ciência nas suas diferentes dimensões e a consideração da problemática ensino-aprendizagem em termos históricos, filosóficos, psicológicos e sociológicos. (2014/15, p. 1) pelo que o ensino da Biologia e Geologia deve refletir um “conceito lato de ciência que inclua as suas dimensões histórica, filosófica, psicológica e sociológica.” (p.1) A organização dos conteúdos apresenta uma sequência em que a teoria precede a prática, pelo que a Didática I tem um maior peso sob o ponto de vista teórico e a Didática II é mais prática.

De acordo com os alunos entrevistados, a natureza da ciência é um conceito extremamente difícil de explicar, por ser demasiado abrangente e multifacetado, “*nós não sabíamos o que é a ‘natureza da ciência’, nunca falamos sobre estas temáticas a não ser aqui, no mestrado...é um termo demasiado amplo, que não se põe numa só frase*”. Como ideia principal, os formandos salientaram aspetos relacionados com a envolvimento da ciência com a sociedade, o que irá permitir contextualizar a ciência e o trabalho dos cientistas.

Embora alguns formandos tenham referido que no 3º ciclo do ensino básico e no secundário já tinham sido despertados para algumas destas temáticas, nomeadamente sobre os procedimentos científicos, a maioria não tinha tido qualquer contacto. Segundo a opinião da maioria, mesmo quando são focados aspetos relacionados com a história da ciência, nunca é feita a ponte entre os aspetos históricos e a construção da ciência. De acordo com um dos relatos, “*Na faculdade é que percebi que o cientista é uma pessoa normal, que também faz coisas ‘parvas’ (ao ler a história de Newton)*”.

Quanto à importância da história da ciência, na opinião dos futuros professores, esta pode ajudar a compreender a natureza da ciência, ao contribuir para a compreensão sobre a forma como a ciência evolui, sobre a importância da ciência na sociedade (“*como uma ideia pode mudar o mundo*”), e ao desmistificar a ideia do cientista isolado, o que, na sua opinião, irá aumentar o interesse das pessoas pela ciência, “*afinal também posso ser cientista, não são só os génios que seguem o caminho da ciência... mesmo que não descubra nada de extraordinário, o ‘pouco’ que descobrir vai contribuir para algo maior (conhecimento acumulado)*”. Atualmente, diversos autores (e.g. Marques, 2015), têm salientado a importância da integração, na formação de professores de ciências, de um discurso histórico atualizado com uma historiografia contemporânea, que leva em consideração não só o momento social, cultural e político de uma época, mas também as ideias e a visão de mundo de determinado conceito, para que o professor, valendo-se de seu conhecimento e experiência, possa estruturar e trazer para a sala de aula os debates, as dúvidas e as conjeturas de uma época.

Na ficha curricular de Didática I, o tema Natureza da Ciência está estruturado segundo os seguintes tópicos de conteúdo: 1) Dimensões epistemológica, psicológica, sociológica e histórica da construção da ciência; 2) Atividade do cientista: processos de pensamento, discurso e metodologias características do trabalho científico; 3) Conhecimento científico, ciência escolar e ensino das ciências nas sociedades contemporâneas (Ficha Curricular 2015/16, p. 1).

De acordo com a docente responsável, o ponto de partida para a discussão e reflexão acerca do que é a ciência é a ideia de construção da ciência apresentada por John Ziman (1984) em que se salientam as dimensões da ciência, a relação ciência-tecnologia-sociedade, a sociologia interna e a sociologia externa do vasto e complexo sistema de investigação e desenvolvimento. Progressivamente, esta noção é aprofundada com base em discussões e reflexões de algumas ideias essenciais no domínio da Filosofia da Ciência, emanadas por autores influentes e explicadas por Alan Chalmers (2013), com o objetivo de divergir e ampliar os conhecimentos e as perceções dos futuros professores, procurando evitar, assim, a tendência descrita na literatura da especialidade (e.g. Lederman, 1992) para reducionismos e simplificações que se repercutem na qualidade do conhecimento didático. Este trabalho é enriquecido através da análise de textos originais de Karl Popper, Thomas Kuhn e de cientistas sobre a sua atividade, vídeos sobre a vida de cientistas e episódios das suas descobertas e notícias de interesse nos meios de comunicação.

A orientação do ensino e aprendizagem da História e NdC é explícito e, basicamente, de acordo com a Versão 1. Os textos e vídeos recomendados, disponíveis na plataforma MOODLE dedicada a esta UC, são previamente lidos e visualizados pelos alunos e discutidos na aula, ou servindo de base para a análise e discussão de episódios históricos, como o de Einstein e Eddington.

Com base nestas leituras e discussões, os alunos são desafiados a conceber e concretizar duas propostas de tarefas que permitam a exploração de aspetos relacionados com a natureza da ciência. A primeira consistiu na planificação de uma tarefa prática laboratorial e a segunda na planificação de uma tarefa com orientação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) sobre um tema atual e mediático que se acordou ser o da seca e dos incêndios que assolaram Portugal no Verão de 2017. Na Tabela 1 estão indicados os temas das planificações elaboradas pelos alunos (11) organizados em 2 grupos de 4 e um grupo de 3.

Tratando-se das primeiras planificações didáticas realizadas por estes alunos, além das dificuldades em concretizar a NdC crescem-se as dificuldades em organizar o conteúdo e em selecionar e definir as aprendizagens que se pretende que os alunos realizem ao longo das tarefas desenhadas. Contudo revela-se uma tendência em organizar os conteúdos em torno de grandes ideias, “big ideas”, em ciência e em associar aspetos de NdC com aspetos relacionados com a sociologia interna (conhecimento, dispositivos/métodos, cientista, comunidade científica), e com alguns aspetos relacionados com a sociologia externa (em particular os que relacionam a ciência com a tecnologia) de acordo com o modelo de investigação e desenvolvimento de Ziman (1984). Os modelos de ensino e aprendizagem escolhidos como orientação – aprendizagem por problemas e aprendizagem por investigação (*inquiry*) –

sugerem maior consonância com a Versão 2 do ensino e aprendizagem da H&NdC preconizado por Duschl e Grandy (2013), o que se poderá traduzir na reformulação dos programas das UC em análise no sentido de equilibrar, em ambas, as componentes teórica e prática.

Tabela 1

Planificações realizadas pelos alunos em Didática da Biologia e Geologia I, 2017/2018

	Temas	Objetivos H&NdC
Tarefa Prática Laboratorial	Gastronomia Molecular. Do nutriente ao alimento	<ul style="list-style-type: none"> – Compreender de que forma a ciência e a gastronomia cooperam com vista a uma alimentação saudável. – Reconhecer a importância do conhecimento científico na resolução de problemas quotidianos. – Tomar consciência da urgência de práticas saudáveis como forma de prevenir doenças contemporâneas. – Percecionar a influência do papel do cientista enquanto membro da sociedade.
	Investigação Criminal no Reino Animal: Modelo de Relações Tróficas num Ecossistema	<ul style="list-style-type: none"> – Reconhecer o papel de um cientista na compreensão do mundo que nos rodeia. – Compreender a conceção de modelos em ciência. – Entender o uso de tecnologia na construção do conhecimento científico.
	A Importância de Aprender o Processo Osmótico	<ul style="list-style-type: none"> – Reconhecer os modelos científicos como essenciais para a aprendizagem da ciência, de como fazer ciência e sobre ciência. – Argumentar. – Questionar. – Explicar com base numa demonstração. – Prever acontecimentos com base nos conhecimentos.
Tarefa C-T-S	Incêndios: Tecnologia no combate às chamas	<ul style="list-style-type: none"> – Questionar a realidade. – Analisar e investigar informação. – Criar ou adaptar uma tecnologia para ser inserida no contexto dos incêndios. – Expor ideias com clareza. – Debater. – Argumentar.
	Incêndios em Portugal. Destruição e Renascimento	<ul style="list-style-type: none"> – Reconhecer o papel do cientista na compreensão de fenómenos naturais, como os incêndios. – Reconhecer a importância da ciência na construção de medidas de prevenção de incêndios. – Compreender a influência da ciência na sociedade e vice-versa. – Reconhecer a importância de tomadas de decisões informadas e baseadas em dados científicos. – Compreender a importância do uso de tecnologia na construção do conhecimento científico.
	O que acontece com a energia quando a seca é severa?	<ul style="list-style-type: none"> – Compreender a importância do uso de tecnologia na construção do conhecimento científico. – Compreender a relação da ciência com a sociedade através da sua aplicação (tecnologia). – Relacionar os conhecimentos científicos da seca com o potencial das centrais de energia.

Na opinião dos formandos, a exploração dos textos teóricos sobre a natureza da ciência foi importante para alterar a visão do que é importante trabalhar com os alunos. Embora numa primeira fase se tenham sentido perdidos, *“Como não sabíamos o que era a natureza da ciência, andamos perdidos...”*, os futuros professores salientaram a importância de refletir sobre a prática, após a prática, o que lhes permitiu atribuir novos significados à própria teoria, *“primeiro fizemos a proposta de atividade, e depois tivemos de refletir sobre a nossa proposta, o que permitiu dar um novo significado ao texto de Ziman... os textos só fizeram sentido depois de desenvolvermos as atividades”*.

De facto, a análise crítica de guiões de tarefas, assim como o seu planeamento e execução, em particular das que envolvem trabalho prático (e.g. Shore, 2013) são exemplos de tarefas que se pressupõe promover a transposição dos conhecimentos adquiridos pelos futuros professores acerca da Natureza da Ciência para a conceção e planeamento didático.

Nas UC em análise, os futuros professores têm de apresentar, no âmbito da avaliação sumativa, no fim de cada semestre, tarefas deste tipo, nomeadamente análise crítica de uma atividade com proposta de reformulação, proposta de uma atividade e proposta de uma planificação a médio prazo, ambas enquadradas no currículo ou do 3.º ciclo ou do ensino secundário.

Como exemplo, em Didática I (2015/16) procedeu-se à análise de uma atividade laboratorial de cariz experimental proposta num manual do 10.º Ano. Um dos critérios de análise seguido por este grupo de mestrandos foi a “inexistência do método científico” que comentaram do seguinte modo: Segundo Popper (1992) não há um método científico para descobrir uma teoria científica, nem para averiguar a veracidade de uma hipótese científica ou determinar se uma hipótese é provável ou provavelmente verdadeira. Popper (1992) defende que as teorias científicas estão abertas a modificações à luz da crítica. A discussão crítica é a base do desenvolvimento de procedimentos que permitem ‘construir a ciência’. A realização da atividade laboratorial [em análise] permite aos alunos discutir os procedimentos e processos, segundo os quais a ciência se constrói, através da promoção do debate sobre a melhor forma de identificar e solucionar os problemas com que se deparam. Os alunos têm a possibilidade de definir parte do trabalho investigativo, estimulando o trabalho autónomo, elaborando e desenvolvendo um procedimento adaptado ao caso de estudo. (Didática I, Trabalho de Grupo, 2015/16, p. 8).

Segundo a docente responsável, todos os tópicos de conteúdo em Didática I e II podem ser informados e ampliados pela Natureza da Ciência. Esta ideia é corroborada pelos próprios formandos, que referiram na entrevista que *“como é muito amplo, é fácil encontrar ligações em qualquer atividade. Consideram que é intuitivo a utilização na natureza da ciência. Os próprios alunos trazem ligações que depois podem ser exploradas nas aulas”*. No entanto, da análise dos trabalhos realizados pelos futuros professores, verifica-se que há tópicos em que essa relação é mais facilmente apreendida, tais como, a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade, a linguagem e comunicação em ciência, e o ensino por investigação.

Mesmo assim, são assinaláveis as dificuldades destes futuros professores em operacionalizar situações de aprendizagem que integrem a Natureza da Ciência nesses diferentes contextos. Este facto aponta para a necessidade, nas UC Didática I e II, de estratégias em que a relação teoria-prática seja mais trabalhada, mais vivenciada pelos estudantes.

II. Curso de Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico formação

A dimensão da História da Ciência é abordada no âmbito da unidade curricular de Didática das Ciências da Natureza no 1.º e no 2.º ciclo. Esta dimensão é enquadrada nas três dimensões da literacia científica que Hodson (1998) considera parte integrante do processo de ensino aprendizagem das áreas científicas. São elas: Aprender ciência - adquirir conceitos e conhecimentos teóricos; Fazer ciência – desenvolver capacidades específicas associadas aos processos científicos, nomeadamente em contextos de outdoor ou através da realização de atividades práticas na sala de aula; Refletir sobre a natureza da ciência – compreender o modo como se constrói o conhecimento científico e que metodologias podem ser utilizadas nessa construção. Ora, é nesta dimensão que o conhecimento de episódios da História da Ciência se revela essencial para uma melhor perceção de como a ciência se constrói num determinado contexto, evitando-se assim generalizações redutoras acerca deste processo.

Para uma maior compreensão de como a dimensão da História da Ciência é integrada na unidade de ensino referida, esta apresentação divide-se nos seguintes pontos: Enquadramento sobre o modo como a ciência se constrói; Atividade desenvolvida com os estudantes sobre um episódio da História da Ciência; Avaliação da atividade através da realização de focus groups 8 meses após a vivência da mesma no ano letivo 2017/2018; Outras abordagens da História da Ciência na Unidade Curricular.

Enquadramento sobre o modo como a ciência se constrói

As dimensões da literacia científica, com especial enfoque na última apresentada, são abordadas a partir da análise de alguns textos de referência. Estes textos visam ajudar a combater algumas conceções erradas, identificadas na literatura, acerca de como a Ciência se constrói e que os professores tendem a reproduzir junto dos alunos, não raras vezes de forma não consciente. Deste modo, são discutidos textos de Rutherford & Ahlgren (1995), Cachapuz, Praia & Jorge (2002) e Afonso (2008) em sessões teórico práticas.

Esta discussão é orientada a partir de questões que são discutidas em grande grupo. Alguns exemplos de questões habitualmente abordadas são: i) Será importante a aprendizagem científica, atendendo a que as teorias são mutáveis ao longo do tempo? ii) Haverá um só método científico, universal e invariável? iii) Como obtêm os cientistas os seus dados? iv) Como e onde desenvolvem o seu trabalho? v) Que limites éticos se colocam ao trabalho dos cientistas? vi) Será a ciência um empreendimento essencialmente masculino? vii) Como é o dia-a-dia de um cientista?

Da discussão, resultam várias ideias acerca dos tópicos apresentados. Também são sistematizadas algumas conceções a evitar acerca da natureza da ciência, a partir de uma sistematização efetuada por Afonso (2008), com destaque para as seguintes:

a) Os processos de trabalho são idênticos nos diversos domínios da ciência e existe um método único que conduz diretamente ao conhecimento;

- b) A ciência utiliza predominantemente um processo indutivo para chegar ao conhecimento, sendo a observação o ponto de partida deste processo;
- c) A dimensão prática e experimental da ciência antecede e conduz à dimensão teórica;
- d) Os cientistas trabalham isolados e de forma independente dos outros cientistas e a sua perseverança conduz a um sucesso garantido;
- e) As condições sociais, culturais e socioeconómicas exercem pouca influência no desenvolvimento do conhecimento científico;
- f) Os cientistas são totalmente objetivos e neutros nas suas análises.

Como síntese desta abordagem inicial junto dos estudantes, defende-se que a melhor forma de evitar algumas das ideias erróneas acerca do empreendimento científico é introduzir episódios da História da Ciência no processo de ensino aprendizagem que permitam identificar formas concretas de como os cientistas agiram em determinados contextos.

Atividade sobre um episódio da História da Ciência

Seguidamente, é apresentada aos estudantes uma atividade adaptada de Johnston & Gray (2004) intitulada “Darwin tem uma ideia”. Esta atividade tem o mérito de contribuir para aprofundar a discussão de algumas das ideias já referidas, mas também encerra a potencialidade de evidenciar a possibilidade de introdução da dimensão da História da Ciência nos primeiros dois ciclos de escolaridade sem grande dificuldade. Com essa introdução, contribui-se para que alunos desde cedo ganhem uma perceção mais correta de como os cientistas trabalham, quais as qualidades que se exigem a um cientista, que métodos utilizam e como ocorre a construção de novo conhecimento científico.

A atividade é explorada de forma a integrar as três dimensões da literacia científica anteriormente apresentadas. Inicia-se com a entrega aos estudantes, previamente divididos em grupo, de 14 cartões com animais, devidamente identificados com o nome comum e o nome científico. Seguidamente é solicitado aos estudantes que dividam os animais em grupos, após a definição de critérios por eles considerados pertinentes.

Depois desta atividade, é então apresentado o seguinte texto acerca de Darwin.

Charles Darwin foi um homem rico que viveu há mais de cem anos. Charles sempre se interessou por ciência e pelo mundo que o rodeava. Teve a oportunidade de fazer uma exploração à roda do mundo, fazendo a viagem num navio chamado Beagle.

Charles quis em particular observar os animais que existiam em diferentes partes do mundo e tomou muitas notas acerca de onde viviam, o que comiam, etc.

O navio navegou semanas e semanas. Parou na América do Sul e depois seguiu para um pequeno grupo de ilhas chamadas Galápagos. Aqui Charles estudou as aves e outros animais. Os animais das ilhas eram verdadeiramente fascinantes. Havia tartarugas gigantes, iguanas que nadavam no oceano, aves que não podiam voar para

além de muitas outras. Mas de entre todos os animais, foram as aves que mereceram um interesse particular de Charles. Ele verificou que em cada pequena ilha existiam aves ligeiramente diferentes, e depois pensou muito sobre este facto, tendo ficado até com dores de cabeça. Pensou em alguns livros que tinha lido e nas ideias que outras pessoas já tinham tido sobre este assunto e então teve uma ideia muito excitante.

Ele pensou que as aves parecidas de cada ilha faziam parte da mesma família. Mas tal como acontecia numa família humana, cada membro era um pouco diferente. A razão da diferença, pensou Darwin, é que cada uma habitava num local ligeiramente diferente. Cada uma vivia de uma maneira muito especial e certamente não se adaptaria bem se tivesse que viver numa outra ilha diferente da sua. Era como se no passado um casal de aves tivesse tido muitas aves bebés. Eram tantas que tinham voado para diferentes ilhas e em cada ilha crescido de forma diferente, dependente das características do local.

Em outras viagens Charles já tinha notado a semelhança entre aves de países diferentes. O emu da Austrália era parecido com a ema da América do Sul, que por sua vez se parecia com a avestruz africana. Estas aves eram muito parecidas, mas também diferentes entre si.

Charles pensou que estas aves parecidas teriam tido o mesmo antepassado e que depois, as várias gerações seguintes, por viverem tanto tempo separadas, acabaram por parecer diferentes. Cada ave teve de se adequar aos locais onde vivia, e, embora relacionadas entre si, não queriam agora trocar de lugar onde viviam.

Charles escreveu um livro com as suas ideias, onde abordou o tema que agora chamamos evolução. Esta abordagem incomodou algumas pessoas que não gostaram da ideia de que os humanos pudessem pertencer à mesma família dos macacos.

Ficaram muito zangados e muita discussão aconteceu de tal forma que ainda hoje esta ideia é objeto de contestação. Contudo, muitas pessoas concordaram com Charles, e desde que teve a sua ideia mais evidências foram encontradas para a apoiar. Hoje a maioria das pessoas concorda com Darwin, embora alguma investigação continue, procurando testá-la e aprofundá-la.

Adaptado de Johnston & Gray (2004).

Após a leitura do texto, são discutidas as seguintes questões/tópicos: i) Como chegou Darwin à sua ideia?; ii) Que características devem ter os cientistas? iii) Face à ideia exposta, como classificaria agora os animais fornecidos nos cartões? iv) Este texto permite às crianças terem uma perspetiva histórica da ciência. Que vantagens identifica na abordagem desta perspetiva? v) Centre-se no caso dos três animais seguintes: avestruz, ema e emu. Vivendo cada uma das espécies respetivamente em África, América do Sul e Austrália, como admitir a ideia de um antepassado comum, proposta por Darwin? vi) Refira em que tema(s) dos programas do 1.º ou do 2º ciclo poderia este assunto ser incluído; vii) Refira as potencialidades do presente recurso educativo numa abordagem interdisciplinar. Explícite articulações com outras áreas do saber

que poderiam ser feitas; viii) Imagine que uma criança vive num contexto familiar em que por motivos religiosos se rejeita a teoria da evolução. Refira como poderia abordar este assunto, minimizando conflitos.

Por último, alguns aspetos acerca das diferenças do empreendimento científico no século XIX e na atualidade são igualmente discutidas. De facto, até ao final do século XIX, os exemplos da História da Ciência surgem associados ao desempenho de alguns cientistas que quase sempre aparecem isolados no seu trabalho. Este aspeto contraria claramente a forma como a ciência se constrói nos dias de hoje, com a formação de equipas de investigação muitas vezes interdisciplinares.

Avaliação da atividade

A atividade foi avaliada por todos os estudantes entrevistados de forma muito positiva. De acordo com os mesmos esta avaliação está intimamente relacionada com três aspetos que caracterizam a atividade: o recurso a processos científicos, a promoção de processos colaborativos e reflexivos, assim como o isomorfismo entre a experiência vivida e o tipo de atividades a desenvolver no futuro em sala de aula.

O envolvimento dos estudantes em processos científicos, como a comparação e a classificação foi um aspeto amplamente valorizado: “em relação às aprendizagens, mais do que alguns conteúdos, experimentámos a questão dos processos científicos, mais do que estar a tentar decorar algumas coisas, pôr em prática, pôr a pensar e usar processos científicos”; “eu acho interessante agrupar as coisas segundo diferentes critérios, eu acho que é sempre importante”. Este envolvimento foi valorizado de duas formas distintas. Por um lado, possibilitou aos estudantes colocarem-se num papel idêntico ao de Charles Darwin (“tal como Darwin, deparamo-nos com umas espécies e tínhamos que as identificar, tal como ele fez, e agora que critério é que usamos? Ficar um bocado no papel que na altura ele tinha”) e, por outro lado, por ser uma estratégia que permite “... percebermos que conseguimos organizar o mesmo grupo de coisas de formas diferentes e de acordo com diferentes critérios”.

A partilha e a reflexão que a atividade proporcionou foi igualmente valorizada pelos estudantes, em particular, a discussão promovida em torno do texto fornecido sobre a vida de Charles Darwin. Neste ponto, alguns estudantes sublinharam a diferença entre a utilização da História da Ciência vivida no ensino secundário e a adotada nesta atividade:

eu também me lembro de falar sobre Darwin e de como é que ele tinha chegado, pronto, a mesma história. Só que eu acho que o que foi diferente é que a professora [do secundário] chegou lá e disse, foi isto, e isto, e isto, em vez de, não nos deu nenhum texto e leiam ... e acho que essa dinâmica muda logo, pois uma coisa é a professora dizer-nos e pronto, é aquilo e acabou, outra coisa é lermos e discutirmos em grupo e chegarmos a algumas conclusões, isso dá logo outro significado às aprendizagens.

Darwin fez isto e agora decora, enquanto através desta forma, com o texto, que também tinha perguntas e questões, que nos faziam pensar, e chegar aos conceitos, para mim permite que se façam mais ligações.

De acordo com os estudantes, este tipo de discussão acarreta várias vantagens, pois permite compreender “... como é que se chegou àquela conclusão, não é só dizer, olha é isto ... mas perceberem a razão e refletirem sobre o porquê de ser assim”. De acordo com uma estudante, foi apenas durante a formação superior que, no ensino das ciências, teve acesso a este tipo de abordagem: “aliás eu só depois de ter chegado à Escola Superior de Educação é que eu percebi que a ciência é uma coisa mutável, e que não, que pode ainda ser refletida e que as coisas podem mudar ... foi só depois de chegar ao Ensino Superior é que tive essa abordagem, antes não, antes era assim, e assim”.

Por fim, vários estudantes valorizaram o isomorfismo entre a experiência vivida e as atividades a desenvolver enquanto docentes. Neste âmbito, foi a natureza prática e exploratória da atividade que mais foi valorizada: “este tipo de atividades também nos faz pensar que quando nós formos professoras, podemos abordar certos temas com as crianças, não de uma maneira expositiva, acho que era uma atividade que conseguíamos adaptar facilmente a uma turma para dar o facto de uns animais terem pelo, outros terem penas”.

No que se refere às potencialidades atribuídas à História da Ciência no Ensino das Ciências, a grande maioria dos estudantes considerou que a História da Ciência pode desempenhar um papel muito importante. Os benefícios mais mencionados relacionam-se com a possibilidade de contribuir para a humanização da ciência e de promover a reflexão sobre as características do conhecimento científico.

Na opinião dos estudantes, a História da Ciência poderá contribuir para o desenvolvimento de uma visão mais informada e humanizada da atividade científica através da desmitificação e desconstrução de alguns estereótipos habitualmente associados à imagem dos cientistas: “a ideia de desmitificar o que é um cientista, eu acho que também é útil desse ponto de vista. Por exemplo, ao ver a história de Darwin e o que ele fez não é aquilo que habitualmente os alunos associariam a um cientista, a um laboratório, eu acho que é bom para desmistificar um bocado essa ideia”. O desenvolvimento desta imagem mais humanizada e realista dos cientistas e do trabalho que realizam permite, segundo os estudantes, que os alunos estabeleçam uma maior ligação e identificação com os cientistas e, conseqüentemente, que se motivem para esta área do conhecimento: “os alunos vendo esse ponto de vista podem ver que eles próprios também podem fazer ciência”; “... talvez seja mais fácil criar um elo de ligação com este cientista”; “... nós também simpatizarmos e também nos revermos, é importante para nos identificarmos”.

Para alguns estudantes a História da Ciência é também perspectivada como um meio para abordar e contextualizar algumas características do conhecimento científico, como a sua natureza ensaística ou a relevância dos referenciais teóricos (“é importante que eles percebam que o conhecimento parte sempre de conhecimentos já existentes, e a partir daí se eles perceberem que há uma evolução, percebem melhor a ciência enquanto objeto de estudo”).

Em dois dos grupos focais foi muito evidente que os estudantes perspectivavam duas abordagens distintas quanto à utilização da História da Ciência, uma de natureza mais expositiva e outra de natureza mais reflexiva, atribuindo apenas à última benefícios no processo de ensino e aprendizagem.

Por último, foi importante verificar os significados atribuídos à expressão “natureza da ciência”. Para alguns estudantes a expressão “natureza da ciência” é uma expressão complexa, que “pode ter vários significados”. Contudo, quando questionados sobre esses significados, diferentes perspetivas foram audíveis.

Por um lado, para alguns estudantes a natureza da ciência está associada à forma como se faz ciência, ou seja, às metodologias científicas: “eu não tenho a certeza mas eu diria que a natureza da ciência é a forma como a ciência é feita”; “a primeira coisa que me vem à cabeça quando se fala em natureza da ciência é a metodologia que identifica com prática científica, digamos assim, algumas características base que identificamos com a ciência no fundo”; “não sei, eu também identificaria a natureza da ciência a valores que devem estar contemplados na atividade científica, e a atitude quando se fala em atividade científica”. Por outro lado, alguns estudantes estabelecem uma estreita relação entre a natureza da ciência e a sua história e evolução (“tem a ver com a história da ciência, com a evolução”). Além disso, alguns estudantes valorizam as diferenças entre as disciplinas científicas, sugerindo que a expressão natureza da ciência deve, para além de contemplar a unidade da ciência, capturar a sua diversidade: “existem vários tipos de cientistas ... um cientista de laboratório, mas também existem cientistas biólogos, também existem os antropólogos ... todos eles têm coisas em comum e coisas que os distinguem”; “a natureza da ciência pode seguir vários ramos”.

Outras abordagens da História da Ciência na Unidade Curricular

O destaque para a dimensão da História da Ciência ocorre ainda em outros momentos do desenvolvimento da Unidade Curricular. No tópico intitulado Ensino para a Mudança Conceptual, são analisadas algumas das concepções alternativas mais comuns acerca de alguns conceitos que fazem parte integrante dos programas do 1.º e do 2.º Ciclo. Neste contexto, destaca-se o modo como a História da Ciência promove o contacto com concepções alternativas para os fenómenos científicos, salientando-se que alguns das concepções que os alunos possuem (ideias pré-científicas) foram no passado ideias aceites pela ciência.

Também na abordagem de conceitos científicos através de textos não convencionais se confrontam os estudantes com alguns episódios da História da Ciência. Estes textos não convencionais, de que são bons exemplos os que integram a coleção “Ciência Horrível”, abordam os conceitos científicos de uma forma não usual, utilizando analogias e metáforas, humor e grafismos e imagens diversos para captar o leitor. Nestes textos, figuram frequentemente exemplos da História da Ciência, retratados de forma divertida, e que permitem explorar com os alunos a dimensão em discussão. Um bom exemplo é o relato das experiências do Dr. William Beaumont [1785-1853]. Este cirurgião aproveitou o ferimento de um paciente causado por uma arma para encetar um conjunto de experiências que conduziram à descoberta de alguns dos processos digestivos que ocorrem no estômago (Arnold, 2000). A atividade deste cirurgião possibilita igualmente a discussão de limites éticos que se colocam no decurso da investigação científica.

Por último, no decurso da idealização de recursos educativos para o 1.º e 2.º Ciclo, os estudantes são convidados a construir atividades que contemplem episódios da História da

Ciência. Neste âmbito, nem todos o fazem, uma vez que são livres de mobilizar todos os temas e linhas didáticas discutidas ao longo da Unidade Curricular.

Considerações Finais

A compreensão da natureza da ciência potencializada pela história e filosofia da ciência é uma finalidade incontornável na formação inicial dos professores de ciências mas é também um vetor promotor da prática de ensino por investigação, simultaneamente atual e adequada à promoção da literacia científica. De acordo com Kelly (2014), a compreensão da história e da natureza da ciência contribui para que os futuros professores desenvolvam uma atitude crítica em relação às disposições e aos materiais curriculares vigentes e que operacionalizem os métodos de Inquiry, orientando os seus futuros alunos na problematização e formulação de questões científicas, na apreciação crítica das condições existentes numa dada situação problemática e na proposta criativa de procedimentos para a sua resolução.

Propor e concretizar estratégias adequadas à consecução e avaliação destes objetivos é um trabalho em andamento que se pressupõe conduzir a uma atualização permanente das UC integradas nos cursos de formação inicial de Professores de Ciências. De acordo com os futuros professores, uma forma de promover de forma continuada a compreensão da natureza da ciência, não só durante a formação inicial mas também no decorrer da sua prática profissional, seria a promoção de uma maior ligação entre as escolas e as universidades, através de práticas diversificadas, tais como, a ida de cientistas às escolas, assistir a palestras na universidade (tanto os professores como os alunos), acompanhar o trabalho de cientistas no campo, e envolver tanto os alunos como os professores, em projetos de investigação com cientistas.

Referências

- Abd-El-Khalick, F. & 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.
- Acevedo-Díaz, J. (2008). El estado natural de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 5(2), 134-169.
- Afonso, M. (2008). A educação científica no 1º Ciclo do Ensino Básico – das teorias às práticas. Porto: Porto Editora.
- Arnold, N. (2000). Sangue, Ossos e Pedacinhos. Mem Martins: Edições Europa-América.
- Bell, R., Lederman, N., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Implicit versus explicit nature of science instruction: an expected response to Palmquist and Finley. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1057-1061.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências. Ministério da Educação, Lisboa.
- Chalmers, A. (2013). What is this thing called science? 4ª Edição. Indianapolis, IN: Hackett Publishing.

- Clough, M. (2006). Learners' Responses to the Demands of Conceptual Change: Considerations for Effective Nature of Science Instruction. *Science & Education*, 15(5), 463–494. doi:10.1007/s11191-005-4846-7
- Clough, M. (2018). Editorial: Teaching and learning about the nature of science. *Science & Education*, 27, 1-5.
- Duschl, R. & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching Nature of Science. *Science & Education*, 22, 2109-2139.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Hottecke, D., Henke, A. & Riess, F. (2012). Implementing history and philosophy in science teaching: Strategies, methods, results and experiences from the European HIPST Project. *Science & Education*, 21, 1233-1261.
- Johnston, J. & Gray, A. (2004). *Enriching Early Scientific Learning*. Maidenhead: Open University Press.
- Kelly, G. (2014). Inquiry teaching and learning: Philosophical considerations. In M. Matthews (Ed.). *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1363-1380). New York: Springer Science Business Media.
- Khishfe, R., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 395-418.
- Leden, L., Hansson, L., Redfors, A., & Ideland, M. (2013). Why, when, and how to teach nature of science in compulsory school – teachers' views. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Eds). *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science education research for evidence-based teaching and coherence in learning* (pp. 60-71). Nicosia: European Science Education Research Association.
- Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–879). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N., Adb-El-Khalick, F., Bell, R., & Schwartz, R. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497–521.
- Marques, D.M. (2015). Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência. *Hist'oria da Ciência e Ensino. Construindo Interfaces*, 11, 1-17.
- Niaz, M. (2009). *Critical appraisal of physical science as a human enterprise: Dynamics of scientific progress*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Popper, K. (1992). *Realism and the Aim of Science*. London and New York: Routledge.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1995). *Ciência para todos*. Lisboa: Gradiva.
- Shore, L. (2013). *What is science?* S. Francisco, CA: Exploratorium.
- Solomon, J., Duveen, J., Scot, L., & McCarthy, S. (1992). Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 409-421.
- Ziman, S. (1984). *An introduction to science studies – The philosophical and social aspect of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.