

A ARGUMENTAÇÃO EM TAREFAS DE MANUAIS ESCOLARES PORTUGUESES DE BIOLOGIA E DE GEOLOGIA

(Argumentation on tasks of Biology and Geology in Portuguese textbooks)

Paulo Almeida [paulo.almeida@campus.ul.pt]
Orlando Figueiredo [orlandofigueiredo@campus.ul.pt]
Cecília Galvão [cgalvao@ie.ul.pt]

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa
Alameda da Universidade
1649-013 Lisboa, Portugal

Resumo

A argumentação é uma dimensão transversal ao processo de construção do conhecimento científico, à qual é reconhecida uma importância cada vez maior. Os documentos oficiais portugueses, como o programa da disciplina de biologia e geologia, do ensino secundário, num reconhecimento desta situação, preveem o envolvimento dos alunos em situações que permitam desenvolver competências inerentes ao processo de argumentação científica. Sendo os manuais escolares um instrumento fortemente mediador da ação docente, torna-se pertinente compreender de que forma, podem (ou não) contribuir para a criação de contextos de sala de aula que levem os alunos a envolver-se em atividades de argumentação, em aulas de ciências. Assim, apresenta-se e discute-se a análise realizada às tarefas de dois manuais escolares, um de biologia e outro de geologia, do 11.º ano, adotados na escola de um dos autores deste trabalho e à forma como eles procuram promover o desenvolvimento de competências de argumentação científica nos alunos. Os resultados indicam algumas diferenças significativas entre os dois manuais analisados, na abordagem que fazem às temáticas do programa e à forma como potenciam o desenvolvimento de competências de argumentação científica nos alunos.

Palavras-chave: argumentação científica; ensino da biologia e geologia; manuais escolares.

Abstract

Argumentation is a transversal dimension to the process of constructing scientific knowledge, which is recognized as increasingly important. The Portuguese official curricula, such as the syllabus of the subject of biology and geology, from secondary education, in recognition of this situation, predicted the involvement of students in learning contexts capable of promoting the development of skills inherent to the process of scientific argumentation. Being the textbooks a mediator of teaching action, it becomes relevant to understand how they may (or may not) contribute to the creation of learning situations that lead students to engage in argument activities in science classes. Thus, hereby we present and discuss the analysis performed on tasks, of two textbooks, one of biology and another of geology, from the 11th grade, adopted at a school where one of the authors teaches and the way in which they seek to promote the development of scientific argumentation competencies. The results show some significant differences between the two books reviewed, mainly about how they approach the different themes of the syllabus and the way they try to promote the development of scientific argumentation competencies in students.

Keywords: scientific argumentation; biology and geology teaching; textbooks.

Introdução

O reconhecimento da importância do manual enquanto mediador e, porque não dizê-lo, limitador das práticas letivas dos docentes é evidenciado nos trabalhos de Apple (2002; 2004) e

Morgado (2004), entre outros. O segundo autor refere mesmo que, “por norma, muitos professores não utilizam os programas escolares (...) e os autores dos manuais escolares acabam (...) por ser os principais intérpretes dos programas oficiais para cada ano ou ciclo de escolaridade, trabalhando os conteúdos aí propostos” (Morgado, 2004, pp. 44-45). Esta situação remete o professor para um papel subalterno de mera transmissão de um currículo previamente recontextualizado pelos autores dos textos didáticos.

Sem esquecer os complexos interesses económicos que estão subjacentes à conceção dos manuais escolares, este é também produto das mundividências e das representações sobre a natureza da ciência e dos processos cognitivos, da equipa de trabalho que o concebeu. A investigação de Pereira e Amador (2007) indicia que os manuais escolares nem sempre cumprem os requisitos do currículo oficial. Nos campos da natureza e da história da ciência - diretamente relacionados com algumas opções metodológicas nomeadamente no que concerne ao desenvolvimento de atividades experimentais e à avaliação dos saberes - os manuais escolares não cumprem as exigências perspetivadas nos documentos oficiais veiculando, frequentemente, conceções pedagógicas e didáticas contraditórias às perfilhadas por estes.

A globalização, a complexificação dos saberes e das relações sociais, a democratização, os interesses económicos e as questões de sustentabilidade colocam novos desafios à educação científica. Os objetivos e a importância desta dimensão educacional estão patentes em relatórios como o *Science Education in Europe: Critical Reflexions* (Osborne & Dillon, 2008) ou o PISA 2009 – *Assessment framework. Key competencies in reading, mathematics and science* (OECD, 2009). Nestes documentos, o papel da argumentação na educação em ciência é valorizado não só enquanto instrumento inerente aos processos de construção do conhecimento científico, mas também como ferramenta de intervenção social e de promoção de uma cidadania participativa e emancipatória (Freire, 2009) que oriente o aluno na tomada de decisões, nomeadamente, em questões de natureza sociocientífica.

Com este trabalho procurámos identificar questões e processos que envolvam os alunos em atividades de argumentação científica, nas tarefas propostas em dois manuais escolares portugueses de biologia e geologia (um de biologia e outro de geologia), do 11.º ano do ensino secundário, adotados na escola, em que leciona um dos autores.

A argumentação em ciência e no ensino das ciências

Na sua obra *Genesis: The evolution of biology*, Sapp (2003) transporta-nos através da história da biologia, sobressaindo, na sua análise, a descrição de diversos momentos em que a falta de consensos e os debates na comunidade científica fizeram progredir o conhecimento científico. O debate que ocorreu, no século XIX, no campo da anatomia comparada entre a perspetiva funcionalista de George Cuvier (1769-1832) e a perspetiva anatómica transcendental de Saint-Hilaire (1772-1844) e que culminou em diversos encontros entre membros da comunidade científica da época, é um dos episódios citados pelo autor. Esta controvérsia manteve-se ao longo de toda a década de 1820, e conduziu à realização de diversas reuniões entre os membros da *Académie des Sciences*, em Paris, em 1830, com a finalidade de procurar consensualizar a posição da comunidade sobre o assunto em questão, se é que é possível tal desiderato.

O episódio aqui referido é apenas um exemplo da importância que tem a discussão e a avaliação de enunciados científicos, no processo de elaboração do conhecimento em ciência. Assim, a argumentação e a crítica são componentes essenciais na produção de novo conhecimento sobre o mundo natural (Osborne, 2010). De acordo com este autor,

a argumentação é o meio que os cientistas usam para defender as suas propostas de novas ideias. Em resposta, outros cientistas tentam identificar fragilidades e limitações; este processo ocorre informalmente em reuniões de laboratório e simpósios e, formalmente, na revisão por pares. (pp. 463-464)

Efetivamente, o trabalho científico está sujeito ao olhar crítico dos pares. A proposta de publicação de artigos, de comunicações ou de outras formas de comunicação, no seio da comunidade científica, está, frequentemente, sujeita ao escrutínio dos especialistas da respetiva área do conhecimento, que avaliam, de forma crítica, os argumentos expostos pelos autores (Williams, 2011). Desta forma, a “crítica não é (...) uma característica periférica da ciência, mas antes uma prática fundamental e, sem argumentos e avaliação, a construção de conhecimento fidedigno seria impossível” (Osborne, 2010, p. 464). Considera-se, portanto, que a argumentação, enquanto processo de avaliação de enunciados (hipóteses, conclusões e/ou teorias) com base em provas ou dados, é uma das práticas científicas centrais para a produção de conhecimento (Jiménez-Aleixandre, 2011). De acordo com esta autora, os processos de produção de conhecimento englobam a construção de conhecimento, a avaliação com base em provas ou dados e a comunicação (Figura 1).

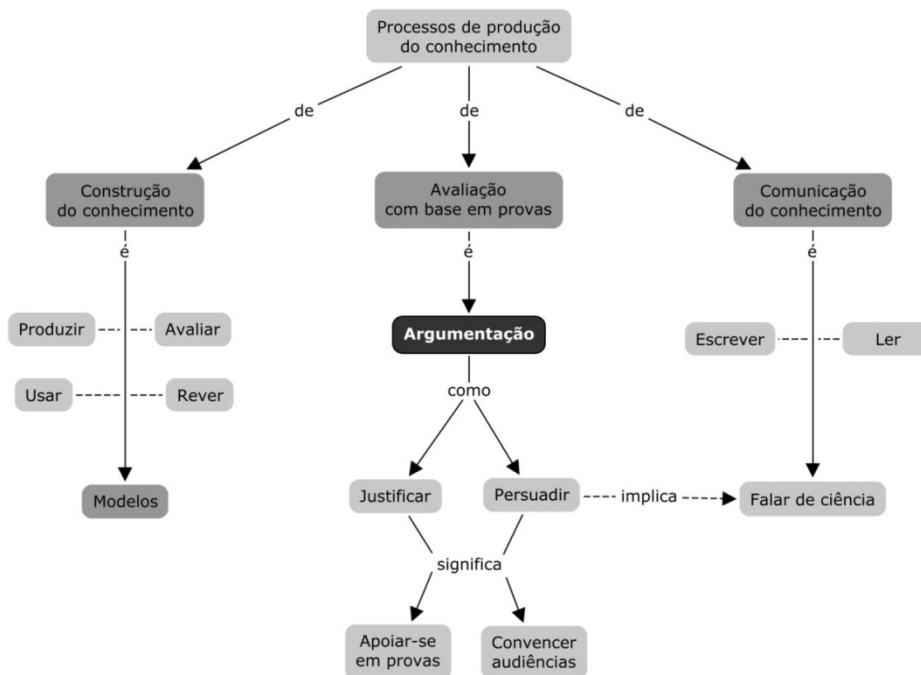


Figura 1 — Processos de produção do conhecimento e suas relações (adaptado de Jiménez-Aleixandre, 2011)

A construção de conhecimentos está relacionada com o surgimento de novas ideias como tentativa de resposta a questões ou problemas formulados, bem como com o uso e revisão de modelos explicativos de fenómenos naturais; a avaliação do conhecimento com base em provas ou dados disponíveis refere-se ao processo que vários autores (Jiménez-Aleixandre, 2010; Osborne, 2010) denominam por argumentação científica, consistindo em confrontar explicações alternativas de um fenómeno, teorias ou modelos; a comunicação do conhecimento através da utilização da linguagem científica, oral e escrita, é fundamental para que a comunidade possa ter acesso aos resultados e explicações a que chegaram os investigadores que estiveram envolvidos em processos de pesquisa científica.

Sendo o processo de argumentação uma prática científica fundamental na produção de conhecimento, parece-nos relevante que nas aulas de ciências, os alunos sejam envolvidos em atividades que fomentem o uso, a avaliação e a revisão de modelos e/ou do conhecimento científico, com base em provas ou dados, ou seja, que se possam envolver em atividades que promovam e facilitem o desenvolvimento da argumentação científica (Jiménez-Aleixandre, 2011). Osborne (2010) apresenta, de forma resumida, as conclusões de alguns estudos realizados por especialistas de diferentes áreas do conhecimento (sociólogos, filósofos e psicólogos) relativos às competências de raciocínio que a educação científica deve procurar desenvolver nos jovens. Estas competências incluem a) identificar padrões, em dados, e realizar inferências; b) coordenar a teoria com evidências e discriminar entre evidências que apoiam conclusões, das que não apoiam ou cujo papel de apoio é indeterminado; c) construir hipóteses baseadas em evidências ou modelos de fenómenos científicos que proporcionem argumentos persuasivos que justifiquem a sua validade; d) procurar solucionar incertezas, o que requer a compreensão de técnicas estatísticas, erros e do uso adequado de *designs* experimentais.

Podemos perceber a importância que o processo de argumentação em aulas de ciências pode ter na mobilização e desenvolvimento das competências referidas. No entanto, tal como refere Osborne (2010), a argumentação científica está praticamente ausente das aulas de ciências, ainda que seja uma prática científica comum. Este mesmo autor procura justificar esta ausência referindo que há uma preocupação excessiva por parte dos currículos, dos professores e dos manuais escolares na transmissão de conhecimento substantivo, em vez de se valorizarem os processos que conduziram à produção desse mesmo conhecimento. Assim, “a educação ainda é vista, de forma simplista, como um processo de transmissão, no qual o conhecimento é apresentado como um conjunto de factos inequívocos e incontestáveis e transferidos do especialista [o professor] para o aprendiz [o aluno]” (Osborne, 2010, p. 464). Alguns autores (Garcia-Mila, & Anderson, 2008; Jiménez-Aleixandre, & Puig, 2012; Osborne, MacPherson, Patterson, & Szu, 2011) têm mencionado que ensinar os alunos a raciocinar, a argumentar e a pensar criticamente, desenvolve as aprendizagens conceptuais, ainda que, para tal, os alunos devam ser envolvidos em contextos de aprendizagem desafiadores que os conduzam à exploração de ideias, de evidências e de argumentos, ou seja, que os leve a compreender como sabemos o que sabemos, porque é relevante esse conhecimento e como é que ele emergiu.

O desenvolvimento de competências de argumentação não parece ser independente da natureza das tarefas propostas aos alunos e que exijam destes um papel ativo na construção do seu conhecimento (Jiménez-Aleixandre, & López, 2007). De acordo com estas autoras, isto tem implicações no desenho das tarefas e das estratégias implementadas nas aulas, devendo procurar-se que os alunos se envolvam em problemas autênticos, isto é, em situações problemáticas situadas em contextos reais, que não possuam uma solução imediata ou óbvia, que requeiram processos de investigação para a sua resolução e que sejam abertos, ou seja, pouco estruturados, tal como os problemas da vida real (Jiménez-Aleixandre, 2010).

Em síntese pode afirmar-se que a argumentação tem um papel central nos processos de produção de conhecimento (Figura 1). Assumindo-se como um instrumento de mediação entre a construção de modelos explicativos do real e os processos de validação pelos pares, a argumentação busca o apoio em dados que justifiquem a validade dos modelos e dos enunciados científicos, de forma a persuadir uma audiência crítica.

Apesar da discussão que fizemos nesta secção se focar no contexto de um raciocínio que busca a prova e que, por isso, pode ser chamado de provativo, parece-nos importante sublinhar que a argumentação está também presente no desenvolvimento de raciocínios do tipo demonstrativo, entendidos como um ato sustentado num processo de argumentação lógico-dedutiva, que parte de

pressupostos e premissas – os *topói* aristotélicos – e procede à construção de conjeturas que permitem retirar consequências e fazer previsões acerca do fenómeno em estudo

Como foi referido, estes processos são inerentes à construção da ciência e, se pretendemos fazer da escola um local privilegiado de divulgação da cultura científica capaz de promover formas eficazes de aculturação nesta dimensão epistémica, é fundamental que se criem as condições para que os alunos possam argumentar, justificando enunciados científicos e procurando persuadir audiências.

O programa da disciplina de biologia e geologia, do ensino secundário português e as competências de argumentação

A socialização dos alunos em práticas reconhecidas como sendo inerentes à construção do conhecimento científico é uma das finalidades fundamentais associadas à aprendizagem das ciências e prevista nos currículos de ciências portuguesas. Além disso, essa socialização permite o envolvimento dos alunos conduzindo-os a um processo de aculturação científica, que possibilita que os alunos reconheçam como seus, os conhecimentos científicos aprendidos, ou seja, os apropriem. A argumentação, no contexto da educação científica, assume duas funções: (1) a de justificar e fundamentar o conhecimento que se pretende comunicar e (2) a de permitir ao aluno o sucesso no processo de aculturação científica (Newton, Driver, & Osborne, 1999).

O programa da disciplina de biologia e geologia¹, do ensino secundário apresenta uma introdução geral, na qual os autores referem as finalidades da disciplina, bem como a seleção e organização dos conteúdos. Na introdução geral, os autores inserem a disciplina no currículo dos alunos do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, referindo-se ainda à distribuição temporal anual de cada uma das áreas disciplinares de conhecimento (componente de biologia e componente de geologia), bem como à carga horária semanal atribuída à mesma. Para além destas considerações relativas a aspetos organizacionais, na introdução geral podemos, ainda, encontrar as finalidades da disciplina. Os autores salientam que “Muitas das questões que afetam o futuro da civilização vão procurar respostas nos mais recentes desenvolvimentos da Biologia e da Geologia” (Amador *et al.*, 2001a, p.3), o que nos permite concluir que é sua pretensão abordar conteúdos atuais dos dois campos epistémicos da ciência e que essa abordagem se deverá efetuar no sentido do estabelecimento de relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (CTS). Os autores referem, ainda, que o ensino e aprendizagem da biologia e da geologia deve contribuir para formar cidadãos mais informados, responsáveis e intervenientes, preparados para exercerem o seu papel numa democracia participada, através do desenvolvimento de uma literacia científica sólida “que nos auxilie a compreender o mundo em que vivemos, identificar os seus problemas e entender as possíveis soluções de uma forma fundamentada, sem procurar refúgio nas ideias feitas e nos preconceitos” (Amador *et al.*, 2001a, pp. 3-4). Ao valorizar o desenvolvimento de uma literacia científica sólida, procurando ressaltar aspetos relacionados com o pensamento crítico (Ennis, 1987) como sejam a identificação de problemas e/ou questões que a ciência pode investigar e a procura de soluções fundamentadas, os autores enquadram-se na perspetiva do desenvolvimento de competências de argumentação pelos alunos.

¹ A disciplina de biologia e geologia, que integra o plano de estudos do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias (curso orientado para o prosseguimento de estudos de nível superior), nos 10.º e o 11.º ano de escolaridade, é constituída pelas duas componentes científicas (biologia e geologia), sem estabelecimento de uma perspetiva interdisciplinar, ao nível do programa curricular. Assim, ainda que surjam contextos que permitam a abordagem interdisciplinar dos assuntos, a sua concretização fica sob a responsabilidade dos professores.

É precisamente na problemática do desenvolvimento de uma literacia científica sólida que se centra a segunda parte da introdução geral. Sabemos que o conceito de literacia científica tem sido polémico e pouco consensual na comunidade científica. No entanto, têm existido alguns pontos de contacto entre educadores e cientistas que têm privilegiado a noção de que, na sociedade ocidental atual, com tão grande dependência da ciência e da tecnologia, não basta que os alunos aprendam conhecimentos científicos. Estes devem conseguir mobilizá-los quando colocados perante contextos problemáticos, de forma a poderem tomar decisões responsáveis e fundamentadas, uma vez que a sociedade assim o exige. Assim,

o programa não deve ser pensado e dirigido para alunos que possam seguir uma carreira profissional nestas áreas, mas também para indivíduos a quem a sociedade exige, cada vez mais, uma participação crítica e interventiva na resolução de problemas baseados em informação e métodos científicos. (Amador *et al.*, 2001a, p. 4)

Para que os alunos se possam desenvolver, de acordo com esta perspetiva, os autores sublinham a necessidade de centrar o ensino nos alunos, argumentando que ensinar ciências não deve traduzir-se em transmitir conhecimentos, devendo os professores procurar criar contextos de ensino e aprendizagem que sejam favoráveis à construção ativa do saber e do saber-fazer.

Atendendo a que as componentes de biologia e geologia se encontram separadas no próprio programa, não estando, nomeadamente, prevista, de forma explícita, qualquer interdisciplinaridade entre elas, e que os autores responsáveis por essas componentes não foram os mesmos, iremos abordá-las, separadamente e de forma sumária, procurando referir a sua estrutura e tentando compreender de que forma a argumentação científica se encontra expressa em cada uma delas.

A componente de geologia

Esta componente encontra-se estruturada em torno de três secções: a introdução, a apresentação do programa de geologia (10.º e 11.º anos) e o desenvolvimento do programa. Na secção de apresentação do programa, encontramos as finalidades, os objetivos, as competências a desenvolver, a visão geral do programa, as sugestões metodológicas gerais, a avaliação e os recursos. No desenvolvimento do programa está patente a organização geral do mesmo, uma visão geral dos temas, seguida da sua especificação em objetivos, conteúdos programáticos e nível de aprofundamento. Para cada tema é apresentada uma situação problema e uma carta de exploração dos diversos assuntos científicos a explorar com os alunos.

Ainda que o presente trabalho se debruce sobre um manual de geologia do 11.º ano, iremos, fazer uma breve referência a aspetos comuns aos dois anos de escolaridade (10.º e 11.º anos), nomeadamente, ao nível das finalidades, objetivos e competências a desenvolver. Em seguida, efetuaremos uma apresentação sumária dos conteúdos do 11.º ano de escolaridade. Esta análise será realizada procurando relacionar aqueles diferentes aspetos com a perspetiva de ensino orientado para o desenvolvimento de competências de argumentação científica pelos alunos.

Em termos das finalidades do programa, os autores efetuam o seu enquadramento numa orientação construtivista da aprendizagem, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos e procurando atribuir-lhes um papel central no seu processo de aprendizagem. É sublinhada a importância das atividades práticas (laboratoriais, experimentais ou de outra natureza), bem como o papel central do professor como organizador e orientador das aprendizagens, nomeadamente, através do levantamento de problemas que permitam contextualizar as atividades práticas, procurando suscitar o interesse dos alunos. Entre outras finalidades, salienta-se, ainda, a necessidade de exploração, nas aulas, de aspetos relacionados com a natureza da ciência.

Alguns dos objetivos do programa contemplam a interpretação de fenômenos naturais a partir de modelos científicos; o desenvolvimento de capacidades de seleção, de análise e de avaliação crítica de informações; o desenvolvimento de atitudes, de normas e de valores e o fomentar a participação ativa em discussões e debates públicos que envolvam problemas relacionados com a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, para além de se pretender que os alunos melhorem as capacidades de comunicação oral e escrita.

As competências a desenvolver perpassam a aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias; o desenvolvimento de destrezas cognitivas associadas à implementação de trabalho prático e a adoção de atitudes e valores relacionados com a responsabilidade individual na tomada de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania. Ainda que não esteja presente, de forma clara, a necessidade de envolver os alunos em processos de argumentação científica, o programa refere que os alunos devem ser levados a fundamentar e/ou avaliar as suas posições, decisões ou enunciados através de raciocínios indutivos ou dedutivos, utilizando a comunicação oral e escrita. Desta forma, consideramos que o programa valoriza, embora de forma implícita, o envolvimento dos alunos em atividades de argumentação.

A componente de geologia encontra-se organizada por temas aos quais se associam conteúdos conceptuais, relativos ao conhecimento substantivo, conteúdos procedimentais, relacionados com os processos da ciência (problematizar e formular hipóteses, testar e validar ideias, planear e realizar investigações, entre outros) e conteúdos atitudinais, que

incluem a promoção de atitudes, normas e valores relativos à natureza da Ciência e às suas implicações sociais, assim como as referentes às atividades e relações que se desenvolvem em ambiente escolar e em sociedade, abrangendo a educação para a cidadania. (Amador *et al.*, 2001b, p.10).

De entre os conteúdos atitudinais referidos no programa, alguns enquadram-se, também, na perspetiva de um ensino das ciências orientado para o desenvolvimento de competências de argumentação como, por exemplo “Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista” (Amador *et al.*, 2001b, p. 25). Este conteúdo atitudinal procura relacionar os processos de construção científica com a necessidade de avaliar diferentes perspetivas sobre um determinado assunto científico sendo imprescindível a apresentação de provas ou dados que possam suportar determinadas posições. Queremos salientar que apesar da compartimentação dos conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais, apresentados na componente de geologia, não vislumbramos outra abordagem possível que não a de envolver os alunos em processos de aprendizagem holísticos nos quais, em diferentes contextos, serão levados a aprender diferentes conteúdos simultaneamente e de forma articulada.

No 11.º ano de escolaridade, o programa prevê a abordagem de um único tema – Geologia, problemas e materiais do quotidiano. Este tema deve ser abordado através dos seguintes conteúdos conceptuais: (1) Ocupação antrópica e problemas de ordenamento; (2) Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres; e (3) Exploração sustentada de recursos geológicos. Para cada um dos conteúdos conceptuais existem situações-problema que procuram orientar o trabalho realizado pelo professor e pelos alunos.

A componente de biologia

A organização do programa referente à componente de biologia é semelhante à de geologia. Na introdução referem-se, entre outros, alguns aspetos gerais relacionados com a necessidade de centrar o ensino e a aprendizagem em torno da natureza do conhecimento científico

e de promover o grau de literacia biológica dos alunos. Este mesmo aspeto é retomado na secção das finalidades e objetivos, salientando-se a importância da construção de um sólido conjunto de conhecimentos, paralelamente a um reforço das capacidades de abstração, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido de responsabilidade, bem como a interiorização de um sistema de valores e o desenvolvimento de atitudes que valorizem a responsabilidade individual e coletiva. Ainda que não tenhamos inferido a valorização do desenvolvimento de competências de argumentação nesta secção, ela surge-nos ao nível das competências a desenvolver, na qual os autores consideram o aprofundamento de capacidades de abstração e de raciocínio lógico e crítico, o desenvolvimento de atitudes de análise crítica e o reforço da expressão verbal, da fundamentação, da compreensão, entre outras. Todos estes termos nos remetem para competências de argumentação científica em que a capacidade crítica de análise dos argumentos próprios e dos outros é uma das valências que os alunos deverão desenvolver. Existe, no entanto, um conjunto de competências que sendo importantes acabam por não ser alvo de explicitação nos documentos oficiais; entre elas podemos referir outros tipos de raciocínio que não os mencionados, como, por exemplo, competências de raciocínio não formal ou substantivo.

Tal como na secção anterior, iremos abordar apenas os conteúdos relativos à componente de biologia do 11.º ano. O programa apresenta um tema central – A vida e os seres vivos – associado a uma situação-problema “Como explicar a grande diversidade de seres vivos na Natureza?”. Desta situação-problema derivam grupos de questões que devem orientar o trabalho em aula. Salienta-se a importância organizacional que tem, na componente de biologia, a apresentação destas situações-problema procurando que “os processos de ensino e de aprendizagem sejam centrados num conjunto de interrogações articuladas que permitam estabelecer um fio condutor ao longo do programa” (Mendes, Rebelo & Pinheiro, 2001, p. 69).

Tal como na componente de geologia, também aqui os autores apresentam para cada unidade temática, um conjunto de conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais, cuja articulação se prevê no texto do programa. Os conteúdos conceptuais estão distribuídos por 4 unidades: (1) Crescimento e renovação celular; (2) Reprodução; (3) Evolução biológica e (4) Sistemática dos seres vivos. Cada uma destas unidades contempla subunidades temáticas. Assim, por exemplo, na unidade (1) inserem-se as subunidades (1.1) Crescimento e renovação celular e (1.2) Crescimento e regeneração dos tecidos *vs.* diferenciação celular. É a nível dos conteúdos procedimentais e atitudinais que inferimos sobre a relevância que os autores quiseram atribuir aos processos de argumentação científica. Efetivamente, podemos encontrar como conteúdos procedimentais, a análise e interpretação de dados de natureza diversa, a interpretação de procedimentos laboratoriais e experimentais ou, ainda, a formulação e avaliação de hipóteses. Todos estes conteúdos nos parecem sublinhar o papel de processos de análise crítica e de avaliação de conhecimento, que remetem para o conceito de argumentação científica apresentado anteriormente. Em termos dos conteúdos atitudinais, os autores referem a necessidade de refletir e desenvolver atitudes críticas, conducentes a tomadas de decisão fundamentadas ou, ainda, a construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspetivas científicas e sociais relacionadas com a evolução dos seres vivos, referente à unidade temática (3).

Em termos de análise global, podemos referir que os processos de argumentação científica estão patentes, ainda que de forma implícita, no programa da disciplina de biologia e geologia. Essa referência é feita fundamentalmente ao nível dos conteúdos procedimentais e atitudinais. Perceber de que forma o desenvolvimento de competências de argumentação científica está contemplada em manuais escolares de biologia e geologia é o objetivo central deste trabalho. Para tal, procurámos efetuar uma descrição e análise das tarefas propostas por dois manuais (um de biologia e outro de geologia), visando o desenvolvimento de competências de argumentação.

Os manuais escolares

Gerard e Rogiers (2009) definem um manual escolar “como um instrumento impresso, intencionalmente estruturado para se inscrever num processo de aprendizagem, com o objetivo de melhorar a sua eficácia” (p. 10). Mas, qual o papel do manual escolar nas aulas de ciências e qual o seu contributo para que os alunos desenvolvam competências de argumentação?

As preocupações sociais com este instrumento de ensino e aprendizagem têm-se acentuado nos últimos anos. Prova disso é a decisão, preconizada na Lei n.º 47/2006, do Ministério da Educação de, através de comissões especializadas, avaliar e certificar os manuais escolares dos ensinos básico e secundário. Estudos indicam que o manual escolar tem um papel muito forte na mediação das práticas docentes e, conseqüentemente, na construção do currículo experienciado pelos alunos. Em 1998, Cachapuz e Praia identificavam três problemáticas fundamentais relacionadas com os manuais escolares (ME):

desajustamento de finalidades entre razão primeira de ser dos ME's e as intenções com que os alunos os usam sendo necessário inventar novas orientações e motivações para o uso dos ME's; limitações ao nível da conceção e da elaboração dos ME's, em particular, pela desvalorização da investigação didática, sendo preciso (integrar os resultados destas naqueles) reforçar a articulação entre a investigação e a inovação e deficiente perfil de estudo dos alunos sendo necessário saber mais sobre como é que os alunos estudam pelos ME's e se e como os professores ensinam os alunos a estudar pelos ME's” (Cachapuz & Praia, 1998, p. 66).

Das três problemáticas referidas, é na segunda que este trabalho se centra dado que procurámos, nas tarefas dos manuais escolares analisados, contextos que potencialmente, promovam o desenvolvimento de competências de argumentação científica e estes aspetos estão diretamente relacionados com a conceção do manual escolar e com as representações sociais de ciência e de ensino e aprendizagem das ciências que os seus autores desenvolveram. Consideramos que, sendo o manual escolar um mediador das práticas docentes, a presença de tarefas vocacionadas para a ação e intervenção do aluno, assumem uma importância particular na mensagem didática que passam ao docente e nas experiências de aprendizagem que proporcionam aos alunos.

A conceção, edição e venda de um manual escolar está sujeita a complexos interesses económicos e é fruto das mundividências e das conceções sobre a natureza da ciência e dos processos cognitivos, da equipa de trabalho que o concebeu. Contudo, o manual escolar deve-se sujeitar aos princípios e modelos didáticos subjacentes nos programas e nos documentos de orientação curricular vigente (de Pro Bueno, Sánchez Blanco, & Valcárcel Pérez, 2008). Não será com certeza aceitável a recorrência a um tipo de manual que não respeite as opções metodológicas e didáticas dos discursos pedagógicos oficiais (Domingos *et al.*, 1986). De uma perspetiva crítica pode parecer demasiado conformista o que acabámos de dizer; porém, se considerarmos que as exigências de desenvolvimento de uma agência crítica do social hegemónico está mais presente nos documentos oficiais que nos manuais escolares, a desejada conformidade seria uma mais-valia do ponto de vista do desenvolvimento deste tipo de competências.

É pelas razões aqui expostas que consideramos da maior importância a realização deste trabalho. Um diagnóstico, necessariamente sumário, mas que pode dar um contributo importante na elaboração de um retrato da qualidade dos manuais escolares portugueses.

Metodologia

A natureza da investigação que aqui relatamos conduziu a uma metodologia interpretativa sustentada por uma análise de conteúdo (Bardin, 1977; Guerra, 2006) das tarefas dos manuais escolares que foram alvo da investigação.

A seleção dos manuais escolares analisados prendeu-se com o facto de serem os adotados na escola secundária em que um dos autores deste trabalho exerce funções docentes. Atendendo a que a análise dos manuais dos dois anos de escolaridade em que é lecionada a disciplina de biologia e geologia tornaria o artigo demasiado extenso, optámos por seleccionar, de forma aleatória, os manuais do 11.º ano.

Por “tarefas” entendemos todas as propostas apresentadas aos alunos, nos manuais escolares, que conduzem a uma atividade que não se limite à leitura do texto onde se explicitam os conteúdos científicos. Neste contexto a tarefa é o objetivo da atividade do aluno (Ponte, 2005). Foram consideradas todas as tarefas apresentadas nos manuais, desde as que pressupõem a resolução de exercícios de papel e lápis, passando pelas propostas de investigação, experimentações, ou situações que envolvem o manuseamento de artefactos como a construção de cartazes.

Cada tarefa (designada por “atividade”, nos manuais) foi analisada em termos (1) da sua natureza, do tipo de questões formuladas, (2) do tipo de conteúdos mobilizados (respeitando a terminologia usada no programa, decidimos designá-los por conceptuais, procedimentais e atitudinais) e (3) se são, ou não, potenciadoras de mobilização de competências de argumentação científica nos alunos.

Em relação à natureza das tarefas, categorizámo-las em: (1) tarefas de papel e lápis, sempre que se exige dos alunos a produção, escrita ou oral, de respostas a questões relacionadas com a análise de textos informativos, tabelas, figuras, esquemas ou fotografias; (2) tarefas laboratoriais quando envolvem a manipulação de materiais de laboratório ou outros; (3) tarefas de pesquisa, sempre que os alunos são orientados para uma atividade de consulta bibliográfica, em diferentes fontes de informação, e para a elaboração de um trabalho de divulgação; (4) jogo de simulação, sempre que é apresentada uma situação problemática ou uma questão que remete os alunos para um contexto de *role-playing* (jogo de papéis) e (5) CTSA, sempre que é apresentada uma situação, através de um texto, que procura explorar as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Quanto aos conteúdos mobilizados, procurámos perceber que tipo de saberes e saber-fazer estão envolvidos nas tarefas. Sempre que estas envolvem apenas conhecimento substantivo relacionado com factos, conceitos e princípios, classificámo-las como tarefas que compreendem a mobilização de conteúdos conceptuais; se as tarefas referem a manipulação de materiais ou a formulação de problemas/questões, de hipóteses, a utilização e compreensão de dados obtidos através de trabalhos laboratoriais/experimentais, foram incluídas no grupo das que mobilizam conteúdos procedimentais; as tarefas que envolvem os alunos em processos de reflexão e de desenvolvimento de atitudes para com a ciência ou aspetos éticos/morais da ciência foram integradas no grupo que envolve a mobilização de conteúdos atitudinais. Salientamos que uma mesma tarefa pode mobilizar mais do que um tipo de conteúdos de natureza diferente.

Foram analisadas todas as questões propostas nos dois manuais e procurou perceber-se que tipo de termos são utilizados pelos autores para as introduzir, de forma a tentar compreender se os mesmos nos podem indiciar sobre a potencialidade que as tarefas apresentam para o desenvolvimento de competências de argumentação científica. Procurámos, também, perceber se as questões exigem uma resposta fechada e única (questões de resposta fechada) ou se,

potencialmente, é expectável que surjam diferentes possibilidades de resposta, igualmente válidas em função das razões ou argumentos apresentados pelos alunos (questões de resposta aberta).

Por fim, procurámos analisar as tarefas na sua globalidade para nos apercebermos se as mesmas promovem a argumentação científica, através do confronto entre diferentes perspetivas científicas ou através da avaliação de enunciados científicos, em que os alunos são orientados para a utilização de evidências/provas científicas para fundamentar ou avaliar as suas conclusões ou enunciados.

Resultados e discussão

Apesar de terem sido publicados pelo mesmo grupo editorial e fazerem parte do mesmo “bloco pedagógico”², os manuais escolares analisados têm autores diferentes: um conjunto de três autoras construiu o manual da componente de biologia e um conjunto de dois autores produziu o manual da componente de geologia, sendo que nenhum dos autores de um dos manuais integrou a equipa que elaborou o outro. No entanto, por integrarem o mesmo “bloco pedagógico”, os manuais apresentam, globalmente, características semelhantes. Desde logo, os aspetos gráficos são próximos, tal como a sua organização interna. A apresentação inicial dos manuais é idêntica. Assim, nas páginas iniciais é apresentado um “modelo didático”, onde se expressa que cada tema explorado no manual (correspondente aos temas incluídos nos programas das duas componentes) contempla: uma página de introdução da “unidade”, onde se apresenta um texto introdutório que, aliado a uma imagem, destaca as subtemáticas a abordar; páginas de informação com texto associado a fotografias, figuras, esquemas e conceitos fundamentais, para além de curiosidades e de atividades diversas que visam a aplicação de conhecimentos adquiridos, atividades experimentais e saídas de campo; palavras-chave e síntese, no final de cada unidade, onde se apresentam os termos/conceitos mais importantes e uma síntese dos conteúdos científicos abordados; tarefas que se iniciam com um diagrama de conceitos e exercícios propostos, desenvolvidos a partir da exploração de fotografias e gráficos, entre outros; e, um separador denominado “CTSA”, no final de cada unidade, em que são propostas atividades de exploração e discussão de documentos que procuram evidenciar a importância do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, no dia-a-dia, na sociedade e no ambiente. É de salientar que, nesta apresentação inicial, há algumas diferenças ligeiras no texto dos dois manuais que permitem inferir sobre diferentes abordagens feitas pelos grupos de autores, nomeadamente no tipo de propostas de tarefas apresentadas. Assim, enquanto o manual de biologia inclui, na apresentação inicial, “Jogo de simulação e CTSA”, onde se expressa que “são propostas atividades de exploração e discussão de documentos e situações reais que evidenciam a importância da Ciência e da Tecnologia, no dia-a-dia, na sociedade e no ambiente”, o manual de geologia apenas refere “CTSA”, sendo o texto idêntico ao anterior com exceção da expressão “situações reais”, que foi eliminada do texto.

Manual de geologia

O manual apresenta um total de 34 tarefas. Destas, sete incluem-se no primeiro subtema (*Ocupação antrópica e problemas de ordenamento*), 21 no segundo subtema (*Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres*) e seis no terceiro, e último, subtema (*Exploração sustentada de recursos geológicos*). Atendendo à extensão de conteúdos conceptuais contemplados, pelo programa, no segundo subtema, parece justificável esta distribuição. No entanto, consideramos que o primeiro e o terceiro subtemas, de grande relevância atual em termos científicos, sociais,

² Designação atribuída pelas editoras ao conjunto de manuais escolares, caderno de atividades e material interativo de apoio, publicados sob o mesmo título.

económicos, políticos, éticos/morais, mereceriam uma maior exploração, já que representam apenas, aproximadamente, 21% e 18%, respetivamente, do total de tarefas propostas. Em seguida, efetuaremos uma análise destas tarefas, por subtema.

Das sete tarefas propostas, no primeiro subtema, quatro estão incluídas na categoria “tarefas de papel e lápis”, uma é de natureza laboratorial e duas estão incluídas na designação “CTSA”. Salienta-se que três das tarefas de papel e lápis, não contemplam a leitura e análise de qualquer informação sob qualquer forma (texto, gráficos, figuras, fotografias), apresentando-se apenas um conjunto de questões às quais os alunos devem responder, apelando somente à memorização de termos/conceitos e factos. São tarefas muito tradicionais, que apelam essencialmente à reprodução de conhecimentos substantivos. Como exemplo, apresenta-se uma das tarefas referidas (Figura 2).

A única tarefa de natureza laboratorial proposta, nesta subunidade, é de tipo experimental, ou seja, implica o controlo e a manipulação de variáveis (Leite, 2000). No entanto, não se propõe qualquer problema ou questão de investigação (apenas se apresenta um objetivo) e aos alunos não se propõe a formulação de hipóteses. É uma tarefa muito tradicional, com protocolo “tipo receita”, em que se apresentam todos os passos que os alunos devem seguir para que possam efetuar uma comparação final. Ainda que este tipo de tarefas possa ser potenciador de desenvolvimento de competências de argumentação científica, as questões propostas no final da tarefa, não procuram que os alunos estabeleçam quaisquer conclusões com base nos resultados observados nem procuram confrontar esses mesmos resultados com hipóteses elaboradas previamente.

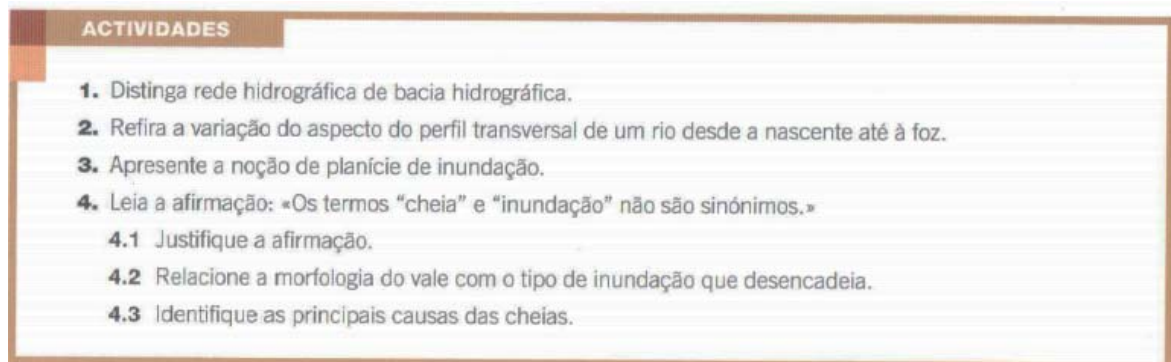


Figura 2 – Exemplo de tarefa de papel e lápis do subtema 1, do manual de geologia

As tarefas “CTSA”, sempre apresentadas no final de cada subunidade e após a proposta de um conjunto de exercícios que pretendem avaliar as aprendizagens (fundamentalmente, conceptuais) dos alunos, apresentam textos que correspondem a excertos de artigos científicos ou de jornais, cujas temáticas abordadas são propiciadoras do desenvolvimento de competências de argumentação científica. No entanto, as questões propostas são, uma vez mais, de resposta fechada, pretendendo uma uniformização nas respostas produzidas pelos alunos. As duas tarefas incluídas no segmento “CTSA”, do primeiro subtema, incluem oito questões de resposta fechada. Citamos como exemplo, três dessas questões: (1) “Refira o principal problema decorrente do assoreamento das albufeiras, por acumulação daqueles sedimentos” ; (2) “Em que consiste o emagrecimento das praias referido no texto?” e (3) “Por que razão a autora do texto considera que tem sido mal aplicado o dinheiro gasto nas obras do litoral português?”. Estas e outras questões têm, fundamentalmente, a finalidade de verificar se os alunos compreenderam o texto e aprenderam os termos/conceitos e factos trabalhados em aula, sendo que do total de oito questões, seis têm resposta direta por consulta dos documentos que servem de suporte à tarefa.

Na segunda subunidade, 12 das 21 tarefas propostas são de papel e lápis, representando um valor aproximado de 57%. Nove destas tarefas, semelhantes às da subunidade anterior, apresentam uma diferença relevante: contemplam dados através de tabelas, gráficos ou fotografias que permitem a aplicação de conhecimentos, não valorizando apenas a reprodução de informação. Nesta subunidade são, ainda, apresentadas cinco tarefas de natureza laboratorial, das quais, apenas, uma tem carácter experimental. No entanto, nenhuma destas tarefas propõe aos alunos que construam uma problematização ou formulem hipóteses. No geral, as questões de discussão remetem para a identificação de fenómenos, para a explicação, eventual, de alguns aspetos do procedimento ou procuram estabelecer relações entre as observações e os fenómenos naturais. Identificámos, apenas, duas questões, num total de 16, que poderão permitir o uso de provas ou evidências para justificar conclusões ou para explicar, fundamentando, algo que foi alvo de observação. No final da subunidade são propostas quatro tarefas incluídas na categoria “CTSA”. Os textos incluídos têm origens diversas (artigo de jornal, documentos de organismos estatais) e procuram estabelecer alguma relação, nomeadamente, entre a ciência e a sociedade. No entanto, nem sempre esta relação parece explícita, em alguns deles. As questões apresentadas são, uma vez mais, redutoras pois não problematizam o conhecimento e conduzem a respostas únicas, que exigem, fundamentalmente, a reprodução de informação. Também estas tarefas parecem não propiciar o desenvolvimento da argumentação científica pelos alunos.

A última subunidade propõe um total de seis tarefas, das quais, duas são de papel e lápis, duas de natureza laboratorial (tendo uma carácter experimental) e duas de orientação “CTSA”. Em termos gerais, podemos salientar que a descrição efetuada para as tarefas das mesmas categorias, nas subunidades anteriores, se pode aplicar nas tarefas propostas nesta subunidade. Há algumas questões que podem potenciar a argumentação científica dos alunos, mas sempre em termos muito restritos, uma vez que o pensamento convergente predomina, o que impede que surjam interpretações ou enunciados diferentes, o que poderia contribuir para a discussão e avaliação de conclusões. Um exemplo disto mesmo está patente nas questões de discussão da tarefa de natureza laboratorial que se apresenta na Figura 3. Se a tarefa apresentada fosse mais aberta, no sentido de permitir que os alunos elaborassem um problema ou questões de investigação e formulassem hipóteses, então, potencialmente, iriam ser conduzidos processos de investigação diversificados que poderiam promover a discussão e a apresentação de propostas de interpretação e explicação diversas, com base nas evidências recolhidas, já para não falarmos numa possível discussão epistémica sobre a validade dos dados obtidos para responder às questões iniciais.

Após a análise apresentada, podemos afirmar que o manual de geologia propõe tarefas que, na generalidade, não propiciam o desenvolvimento de competências de argumentação científica nos alunos. Maioritariamente, as tarefas propostas não possibilitam atividades de debate ou discussão em que esteja em causa a validade dos enunciados produzidos pelos alunos, tendendo, antes, a favorecer tarefas que exigem a produção de resposta únicas. São tarefas fechadas, em que as questões são muito diretas. Os alunos são levados, fundamentalmente, a reproduzir conhecimentos, mais do que a avaliar os enunciados que produziram. Não se valoriza o questionamento, a dúvida, a reflexão e a problematização, o que empobrece as aprendizagens que os alunos realizam, em oposição ao preconizado no programa.

ACTIVIDADE LABORATORIAL

Objectivo
Avaliar a porosidade de sedimentos arenosos.

Material

- Dois garrações de 5 L de água vazios, designados por A e B.
- Um recipiente graduado.
- Duas areias secas com granulometria diferente (4 L de cada).
- Água q.b.

Procedimento

- 1 — Coloque uma das areias no garrafão A e, com a ajuda do recipiente graduado, vá adicionando água até que ela alcance o topo da areia.
- 2 — Repita o procedimento anterior para o garrafão B, com a outra areia.
- 3 — Registe a quantidade de água que gastou em cada garrafão.

Discussão

- 1 — Interprete a diferença na quantidade de água utilizada em cada um dos garrações.
- 2 — Calcule a porosidade de cada um dos sedimentos, expressa na respectiva percentagem.
- 3 — Com base na sua observação, refira a importância da porosidade num aquífero.
- 4 — Em que medida a utilização dos dois garrações com a base igualmente rasgada permitiria comparar a permeabilidade dos dois sedimentos?

Figura 3 – Exemplo de tarefa de natureza laboratorial presente no manual de geologia

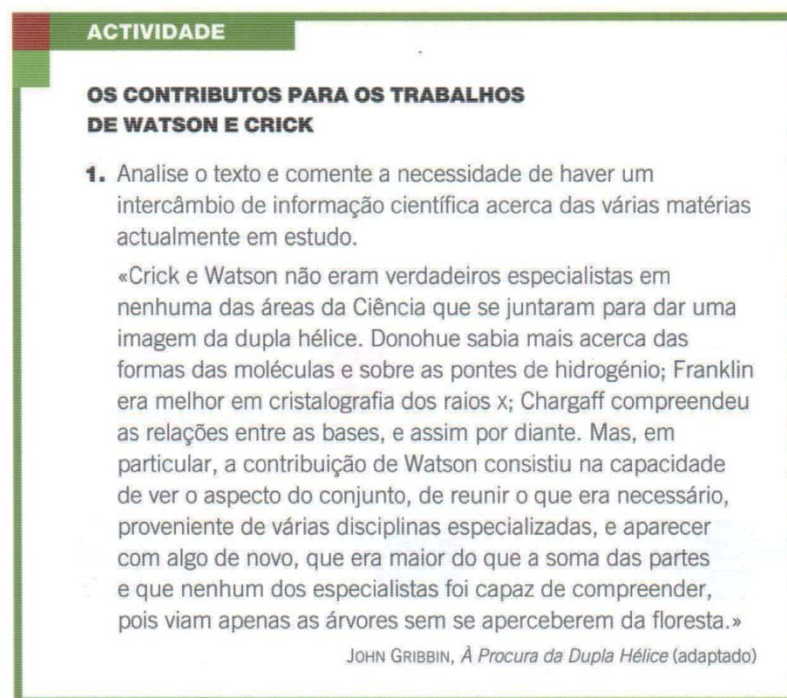
Manual de biologia

Neste manual existem 63 tarefas propostas, das quais 15 correspondem à unidade 1 (*Crescimento e renovação celular*), 16 estão inseridas na unidade 2 (*Reprodução*), 19 estão presentes na unidade 3 (*Evolução biológica*) e 13, na unidade 4 (*Sistemática dos seres vivos*). Podemos perceber que, apesar de uma relevância maior atribuída à unidade 3, existe algum equilíbrio na quantidade de tarefas apresentadas, em relação às restantes três unidades. No entanto, estes dados contrariam, de certa forma, o número de aulas previstas, no programa da disciplina, para cada uma das unidades. Nesta previsão, o programa atribui um total de 10 aulas à primeira unidade, 13 à segunda, seis à terceira e sete, à quarta unidade. Como se constata, a unidade a que é atribuído um menor “peso” em termos de tempo de lecionação é aquela em que as autoras propuseram um maior número e diversidade de tarefas. Esta situação pode ser atribuída ao facto da temática abordada – Evolução biológica – ser considerada como transversal no domínio científico da biologia, pelo que alguns autores de manuais propõem algumas tarefas que aprofundam o seu estudo, como é o caso em análise, mesmo para além dos conteúdos conceptuais previstos no programa.

Este manual apresenta alguns tipos de tarefas que não estão presentes no manual de geologia. Todas as unidades apresentam uma proposta de trabalho de pesquisa e, em duas das unidades, propõe-se um jogo de simulação. Também se pode constatar outra diferença: no manual de biologia todas as tarefas, com exceção das de pesquisa, apresentam um título que introduz os alunos nos conteúdos conceptuais que irão ser o fulcro da tarefa a realizar.

As tarefas apresentadas são, maioritariamente, de papel e lápis (59%). Seguem-se-lhe as tarefas de natureza laboratorial (17,5%), CTSA (12,7%) e trabalhos de pesquisa (6%). Por fim, surgem os jogos de simulação (3,2%) e há, ainda, a proposta de uma saída de campo (1,6%).

Há um conjunto significativo de tarefas de papel e lápis que envolvem a análise e interpretação de trabalhos experimentais, apresentados numa perspetiva histórica, cronológica e cumulativa do conhecimento científico. Na sua maioria, as questões apresentadas permitem o envolvimento dos alunos em atividades de argumentação científica, pois há necessidade de suportar conclusões com evidências resultantes das investigações relatadas. Os alunos são solicitados, em alguns casos, a formular hipóteses e a apresentar justificações para os raciocínios efetuados. Para além destas tarefas, podemos encontrar outras que solicitam a elaboração de comentários a partir da análise de textos que envolvem conteúdos procedimentais, como a relativa aos contributos para os trabalhos de Watson e Crick (Figura 4), na construção do modelo da estrutura da molécula de ADN.



ACTIVIDADE

OS CONTRIBUTOS PARA OS TRABALHOS DE WATSON E CRICK

1. Analise o texto e comente a necessidade de haver um intercâmbio de informação científica acerca das várias matérias actualmente em estudo.

«Crick e Watson não eram verdadeiros especialistas em nenhuma das áreas da Ciência que se juntaram para dar uma imagem da dupla hélice. Donohue sabia mais acerca das formas das moléculas e sobre as pontes de hidrogénio; Franklin era melhor em cristalografia dos raios x; Chargaff compreendeu as relações entre as bases, e assim por diante. Mas, em particular, a contribuição de Watson consistiu na capacidade de ver o aspecto do conjunto, de reunir o que era necessário, proveniente de várias disciplinas especializadas, e aparecer com algo de novo, que era maior do que a soma das partes e que nenhum dos especialistas foi capaz de compreender, pois viam apenas as árvores sem se aperceberem da floresta.»

JOHN GRIBBIN, *À Procura da Dupla Hélice* (adaptado)

Figura 4 – Tarefa de papel e lápis, do manual de biologia

Esta tarefa, para além da sua importância quanto ao envolvimento dos alunos na discussão de assuntos relacionados com a construção do conhecimento em ciência, permite salientar a relevância da comunicação entre as equipas de cientistas e a necessidade da partilha de informações, que é um fator essencial para o progresso do conhecimento. Desta forma, os alunos podem valorizar o papel da argumentação na produção de conhecimento científico.

As tarefas de papel e lápis têm um “peso” significativo nas diferentes unidades do manual. Nas unidades 1 e 3 estão disponíveis oito tarefas (cinco, na unidade 1 e três, na unidade 3) que apresentam potencialidades para envolver os alunos na argumentação científica. Pelo contrário, na unidade 2 não existem tarefas que tenham essa finalidade e na unidade 4 apenas existem duas. Tal situação pode dever-se ao facto de na unidade 1 serem analisados quatro trabalhos experimentais que implicam os alunos, por exemplo, na formulação de hipóteses e na obtenção de conclusões e, em relação à unidade 3, a abordagem aos mecanismos da evolução permitir analisar casos concretos que podem ser interpretados por teorias evolutivas diferentes.

As tarefas de natureza laboratorial são tradicionais. São tarefas que implicam atividades de observação (microscopia, por exemplo), entre outras, mas que não envolvem os alunos em processos de investigação que favoreçam a problematização, formulação de hipóteses ou o planejamento experimental. Nenhuma dessas tarefas apresenta carácter experimental, não prevendo, portanto, o controlo e a manipulação de variáveis (Leite, 2000). Os alunos são, de uma forma geral, pouco implicados no processo, sendo mais envolvidos na análise do produto final, pelo que o desenvolvimento de competências de argumentação científica fica bastante limitado. As questões de discussão são, também elas, tradicionais, solicitando respostas fechadas e diretas, pouco mobilizadoras de discussão. Por exemplo, na tarefa denominada ‘Extração de DNA da banana’, encontramos as seguintes questões de discussão: (1) ‘Que substância foi adicionada, no decurso da experiência, para neutralizar a carga negativa do DNA e facilitar a extração?’; (2) ‘O que se fez para ajudar a quebrar mecanicamente as membranas das células?’; (3) ‘Que substância, contendo enzimas, foi adicionada para ajudar à destruição da bicamada fosfolipídica das membranas celulares?’; (4) ‘Qual é a substância em que o DNA é insolúvel e que, por isso, provoca a sua precipitação e visualização?’ e (5) ‘Que aspeto apresenta o DNA extraído?’. Mesmo quando, eventualmente, se solicita uma justificação, ela fundamenta-se em conhecimentos que os alunos já devem possuir no momento de realização da tarefa, pelo que as oportunidades dos alunos argumentarem é diminuta. Salientamos, ainda, que em algumas das tarefas, propõe-se aos alunos o preenchimento de um *V de Gowin*, algo que nos parece despropositado atendendo à natureza não experimental das tarefas laboratoriais que constam do manual. Queremos ainda manifestar discordância relativamente à designação atribuída pelas autoras a algumas destas tarefas de natureza laboratorial, pois, em alguns casos, elas não envolvem, sequer, o manuseamento de material de laboratório, pelo que poderiam ser realizadas em qualquer espaço físico, que não um laboratório. Estas tarefas apresentam relevância no processo de aprofundamento de alguns conceitos ou modelos científicos mas utilizam, entre outros, folhas de papel, tesouras, moldes de construção, fita métrica, painéis, sacos, lápis de cor, apenas para citar alguns dos materiais necessários à sua realização. Uma breve referência à única saída de campo proposta no manual (o manual de geologia não apresenta qualquer proposta deste tipo, ainda que se defenda, no programa, a realização de atividades de campo como um dos aspetos metodológicos mais relevantes no ensino e aprendizagem desta área disciplinar). A tarefa proposta é muito orientada e tem por finalidade a identificação de seres vivos, numa zona de maré, e a sua localização nos diferentes andares do sistema litoral.

Todas as unidades apresentam a proposta de um trabalho de pesquisa. No entanto, quando analisamos essas propostas percebemos que, ao contrário do que poderíamos supor, pela designação que as autoras lhes atribuíram, não implicam, necessariamente, o envolvimento dos alunos em processos argumentativos. As quatro propostas pretendem, por exemplo, estabelecer relações entre o desenvolvimento da tecnologia e o progresso da ciência ou estabelecer relações de parentesco entre vários seres vivos selecionados pelos alunos. Das quatro propostas, apenas uma explicita uma orientação no sentido dos alunos escreverem um pequeno artigo, no qual possam apresentar as suas opiniões, devidamente fundamentadas, e prevê a sua discussão na turma, o que implicará, provavelmente, que os alunos se envolvam em processos de argumentação científica. Salientamos que, com exceção desta proposta, nas restantes, as autoras não têm em consideração situações de apresentação e discussão dos trabalhos realizados.

As tarefas “CTSA” (duas, por unidade), tal como no manual de geologia, apresentam um texto com carácter científico ou retirado de jornais. Os textos procuram contextualizar os conhecimentos científicos que os alunos deverão ter aprendido ao longo de cada uma das unidades. No final destas tarefas são apresentadas questões que, em alguns casos, permitem fomentar discussões em torno de conclusões que se podem retirar da análise e interpretação de dados e informações disponibilizadas no texto e que poderão servir de suporte às ideias que os alunos deverão expressar, oralmente ou por escrito. Apesar disso, parece-nos que continua a existir uma

prevalência de questões de resposta fechada, dando pouca liberdade para abordagens divergentes, que não sejam a procura da “resposta certa”, na qual se expressa o que é cientificamente aceite. No entanto, se queremos que os alunos desenvolvam competências no âmbito da resolução de problemas e da tomada de decisões (que permitem a mobilização e desenvolvimento de competências de argumentação científica) então as questões formuladas devem contribuir para estimular capacidades de pensamento de nível elevado (Blosser, 2000).

Por fim, abordamos os designados “jogos de simulação”. Este tipo de tarefas parece ser bastante propício ao envolvimento dos alunos em atividades de argumentação científica. São apresentadas duas propostas, estando uma relacionada com a clonagem terapêutica e a investigação sobre células estaminais, e a outra relacionada com um caso específico relativo à coloração do peixe-gato-de-ventre-escuro. Ambas as propostas apresentam uma questão central aos alunos, sobre a qual estes deverão discutir, sendo sugeridas fontes bibliográficas de consulta e alguns personagens que os alunos poderão desempenhar durante o jogo. A localização destas propostas no final das unidades respetivas pode, no entanto, penalizá-las em termos da valorização que os professores lhes poderão atribuir, contrária à que lhes é outorgada no programa da disciplina. Os professores podem considerá-las como um extra, como algo que é pouco relevante no contexto das aprendizagens científicas. Apesar disso, consideramos pertinente que este manual as proponha, atendendo a que os alunos desenvolvem competências de comunicação e de raciocínio, argumentando, mobilizando os conhecimentos científicos apropriados para o contexto da discussão, o que poderá, também salientar a dimensão relacionada com a natureza do conhecimento científico.

Considerações finais

A natureza das tarefas dos manuais escolares que foram alvo de análise denotam um enfoque excessivo nas competências de conhecimento substantivo, ou conteúdos conceptuais, relegando para segundo plano outro tipo de competências não menos importantes, ainda que isto seja mais patente no manual de geologia. Curiosamente, consideramos que é precisamente o programa da componente de geologia que maior ênfase coloca na importância de discutir aspetos da natureza da ciência e no desenvolvimento de competências procedimentais, relacionadas com o envolvimento dos alunos em atividades de investigação, potenciadoras do desenvolvimento da argumentação científica. O primeiro subtema deste programa, relacionado com políticas de ordenamento do território, por exemplo, pode ser facilmente explorado através de atividades de investigação e de pesquisa, partindo de problemas reais em contextos de proximidade geográfica das escolas, constituindo-se como problemas autênticos (Jiménez-Aleixandre, 2010), propiciadores do desenvolvimento de competências de argumentação. No entanto, o manual não explora este subtema nessa perspetiva, preferindo apresentar textos expositivos que incluem um conjunto de termos, conceitos e factos relevantes na abordagem dos assuntos científicos a trabalhar com os alunos.

As tarefas de natureza laboratorial apresentadas são, maioritariamente, do tipo “receita” e não preveem que os alunos problematizem, formulem conjeturas, planifiquem as atividades a realizar ou que suportem as conclusões com evidências recolhidas durante as mesmas. Constatámos que as tarefas propostas no manual de biologia estão muito direcionadas para a observação de fenómenos e para a sua explicação, com base em conhecimentos previamente aprendidos pelos alunos, com uma forte dimensão verificacionista. O manual de geologia apresenta algumas tarefas com carácter experimental, mas com pouco envolvimento dos alunos na construção do conhecimento que parta de um problema ou questão elaborada por eles. Assim, a execução de atividades laboratoriais, com e sem índole experimental (Leite, 2000) são, maioritariamente, apresentadas de forma acabada e não permitem que o aluno se envolva em processos de índole

científica, conforme previsto no programa da disciplina. É porém, neste tipo de atividades investigativas que se encontram maiores potencialidades para o desenvolvimento da argumentação, a par com exercícios de tomada de decisão, um pouco à semelhança das tarefas “jogo de simulação” presentes apenas no manual de biologia, ou com atividades de resolução de problemas.

Salientamos, ainda, que as tarefas propostas, independentemente da sua categorização, apresentam, maioritariamente, questões de resposta fechada. Este tipo de questões que orienta os alunos na procura da resposta “certa” e “única” é um constrangimento ao desenvolvimento de capacidades de pensamento de nível elevado e constitui-se, também, como um elemento limitador do desenvolvimento de competências de argumentação científica. Com este tipo de questões, os autores realçam uma conceção de ciência enquanto conjunto de factos acumuláveis, numa perspetiva de “arquivo”, conforme referido por Ziman (1984). No entanto, como frisa Blosser (2000), é irrealista um professor pensar que pode levar os alunos a aprender todos os conhecimentos científicos de que necessitarão na sua vida futura. Assim, de acordo com a mesma autora, é mais relevante que os professores propiciem experiências educativas aos alunos que contribuam para que estes percebam a utilidade das aprendizagens realizadas, o que poderá ser conseguido através da apresentação de questões abertas, que envolvam atividades de discussão e de argumentação.

O manual de geologia apresenta tarefas que evidenciam uma lógica de aprendizagem tradicional, e revela dificuldades em problematizar o conhecimento, que é um elemento fundamental quando se pretende contribuir para o desenvolvimento da argumentação científica nos alunos. O manual de biologia apresenta algumas tarefas inovadoras, particularmente quando comparadas com as tarefas que constam do manual de geologia, sendo que algumas delas apresentam potencialidades para envolver os alunos em atividades de argumentação.

Esta diferente abordagem dos processos de construção do conhecimento pelos alunos pode contribuir para o desenvolvimento de algumas preconcepções sobre a natureza do conhecimento biológico e geológico. Pode, ainda, contribuir para um afastamento dos alunos da área disciplinar da geologia, por lhe atribuírem pouca relevância social, atendendo à fraca relação CTSA, presente nos textos das tarefas (particularmente, nas que têm aquela designação, no manual). Ainda que uma possível explicação possa ser a natureza do conhecimento científico abordado em cada uma das disciplinas (não podemos esquecer que alguns autores como Pedrinaci (2001), se referem à geologia como uma ciência histórica), conjecturamos que haja também uma forte componente relacionada com as conceções de ensino e aprendizagem dos autores.

Por fim, não queremos deixar de destacar o importante papel dos professores nestes processos. São eles que colocam o currículo em ação e que tomam as decisões fundamentais no momento de planificar e implementar as tarefas, condicionando ou potenciando as aprendizagens dos alunos. Defendemos que não basta que os professores tenham acesso a tarefas, cujo desenho tenha em conta diferentes dimensões que contribuem para o desenvolvimento de uma literacia científica sólida, como refere o programa de biologia e geologia. Assim, parece-nos essencial o papel da formação e da monitorização/acompanhamento dos professores no processo de implementação desse tipo de tarefas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio concedido pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, através das bolsas com as referências SFRH/BD/43438/2008 e SFRH/BD/47135/2008.

Referências

- Amador, F., Silva, C., Baptista, J., Valente, R., Mendes, A., Rebelo, D. & Pinheiro, E. (2001a). *Programa de biologia e geologia*. Lisboa: DES – Ministério da Educação.
- Amador, F., Silva, C., Baptista, J. & Valente, R. (2001b). *Programa de biologia e geologia, 10.º ou 11.º anos. Componente de geologia*. Lisboa: DES – Ministério da Educação.
- Apple, M. (2002). *Manuais escolares e trabalho docente: Uma economia política de relações de classe e de género na educação*. Lisboa: Didática Editora.
- Apple, M. (2004). *Ideology and curriculum* (3rd Ed.). London: Routledge-Falmer.
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Blosser, P. E. (2000). *How to... Ask the right questions*. Arlington: NSTA.
- Cachapuz, A. F., & Praia, J. F. (1998). Manuais escolares: Que papéis para a escola do século XXI? *Inovação*, 11(3), 61-73.
- del Carmen, L. (2011). El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la biología y la geología. In P. Cañal (Coord.), *Didáctica de la biología y la geología* (pp. 91-108). Barcelona: Graó.
- Domingos, A. M., Barradas, H., Rainha, H., & Neves, I. P. (1986). *A teoria de Bernstein em sociologia da educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J.B. Baron e R.J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice*: Nova Iorque: W.H. Freeman and Company.
- Freire, P. (2009). *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e Terra.
- García-Mila, M., & Anderson, C. (2008). Cognitive foundations on learning argumentation. In S. Erduran, & M.-P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-based research* (pp. 29-45). Dordrecht: Springer.
- Gerard, F. M., & Roegiers, X. (2009). *Des manuels scolaires pour apprendre: Concevoir, évaluer, utiliser*. Bruxelles: De Boeck.
- Guerra, I. C. (2006). *Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: Sentidos e formas de uso*. Cascais: Princípiã.
- Jiménez-Aleixandre, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M. (2011). Argumentación y uso de pruebas: Construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en biología y geología. In P. Cañal (Coord.), *Didáctica de la biología y la geología*. (pp. 129-49). Barcelona: Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M., & López, R. (2007). Podemos cazar ranas? Calidad de los argumentos de alumnado de primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 309-324.

- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Puig, B. (2012). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. In B.J. Fraser, K.B. Tobin, & C.J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of science education* (pp. 1001-1015). Dordrecht: Springer.
- Leite, L. (2000). As atividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In M. Sequeira, L. Dourado, M. T. Vilaça, J. L. Silva, A. S. Afonso, & J. M. Baptista (Eds.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. (pp. 91-108). Braga: Universidade do Minho.
- Mendes, A., Rebelo, D., & Pinheiro, E. (2001). *Programa de biologia e geologia. Componente de Biologia*. Lisboa: DES – Ministério da Educação.
- Morgado, J. C. (2004). *Manuais escolares: Contributo para uma análise*. Porto: Porto Editora.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576. doi:10.1080/095006999290570
- OECD (2009). *PISA 2009. Assessment framework. Key competencies in reading, mathematics and science*. Acesso em 8 de março de 2012.
http://www.oecd.org/document/44/0,3746,en_2649_35845621_44455276_1_1_1_1,00.html
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328, 463-466.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. Londres: The Nuffield Foundation. Acesso em 8 de março de 2012.
<http://www.nuffieldfoundation.org/science-education-europe>
- Osborne, J., MacPherson, A., Patterson, A., & Szu, E. (2011). Introduction. In M.S. Khine (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation. Theory, practice and research* (pp. 3-15). Dordrecht: Springer.
- Pedrinaci, E. (2001). *Los procesos geológicos internos*. Madrid: Editorial Síntesis, S.A.
- Pereira, A. I., & Amador, F. (2007). A história da ciência em manuais escolares de ciências da natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 191-216.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.
- de Pro Bueno, A., Sánchez Blanco, G., & Valcárcel Pérez, M. V. (2008). Análisis de los libros de texto de física y química en el contexto de la reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 193-210.
- Sapp, J. (2003). *Genesis: The evolution of biology*. Oxford: Oxford University Press.
- Williams, J. D. (2011). *How science works. Teaching and learning in the science classroom*. London: Continuum.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies. The philosophical and social of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Recebido em: 15.03.12

Aceito em: 11.11.12