

## **Manuais escolares de Ciências Naturais de 8º ano em Portugal e estrutura conceptual do PISA 2006**

Maria P. Lobo Antunes<sup>i</sup>

Escola Secundária de Luís de Freitas Branco, Portugal

Cecília Galvão<sup>ii</sup>

Universidade de Lisboa, Portugal

### Resumo

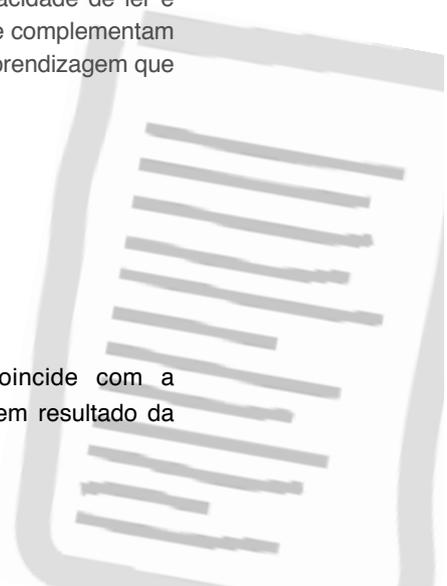
Este artigo incide na análise das atividades de aprendizagem e avaliação formativa da unidade curricular "Gestão Sustentável dos Recursos" (GSR) em manuais escolares de Ciências Naturais do 8º ano. Tem o objetivo de verificar qual a sintonia entre o modelo de desenvolvimento de competências proposto nos manuais e o promovido pela avaliação em literacia científica do PISA 2006. Assente numa investigação de carácter qualitativo, o fundamento teórico acorda com a estrutura conceptual do PISA 2006. Os manuais foram seleccionados segundo o critério "manual mais adotado num distrito". Os resultados revelaram uma ênfase no desenvolvimento de competências assente na aquisição de conhecimento factual como verificação da capacidade de ler e compreender o contexto, desligado das ideias e conceitos que complementam as competências. Revelam ainda ausência de situações de aprendizagem que promovam o conhecimento e a compreensão da ciência.

### Palavras-chave

Currículo; Manuais escolares; Competências; PISA 2006

### Introdução

O momento em que se escreve este artigo coincide com a apresentação, a nível nacional, de uma revisão curricular, em resultado da



revogação do currículo nacional para o ensino básico (Ministério da Educação [ME], 2001) pelo Despacho n.º 17169/2011, de 23 de dezembro, onde é mencionado que "O documento insere uma série de recomendações pedagógicas que se vieram a revelar prejudiciais. Em primeiro lugar, erigindo a categoria de «competências» como orientadora de todo o ensino, menorizou o papel do conhecimento e da transmissão de conhecimentos, que é essencial a todo o ensino". A revisão curricular em curso assenta em novos planos de estudo por ano de escolaridade, com as respetivas cargas horárias semanais, e em Metas Curriculares que definem as aprendizagens essenciais a realizar pelos alunos em cada disciplina. O Ministério da Educação e Ciência (MEC) (2012), no seu texto de enquadramento às metas, refere: "(...) seguindo um dos princípios essenciais das teorias da instrução, foi nossa intenção que nas presentes metas ficasse clara a relação entre o que se pretende que o aluno aprenda – conhecimento ou capacidade – e os processos envolvidos nessa aprendizagem". O mesmo documento realça que as teorias da aprendizagem e instrução onde se alicerçam as metas "são as que salientam a importância de aspetos como o conhecimento, a memória, a compreensão e a resolução de problemas" (MEC, 2012, p. 2).

O contexto criado pela publicação destes dois documentos confere pertinência a esta investigação, cujo objeto é a análise do modelo pedagógico dos manuais escolares em vigor, elaborados e certificados em função do documento revogado, cujo modelo é alicerçado na categoria das "competências", que a atual revisão curricular responsabiliza.

Sabemos que os manuais escolares são instrumentos didáticos poderosos, já que muito do conhecimento científico transmitido nas salas de aula é por eles veiculado (DeBoer, 2000). Morgado (2004) diz: "ao funcionarem como elemento estruturador dos conteúdos disciplinares e como um dos principais meios para a sua transmissão, os manuais escolares desempenham um importante papel na regulação das práticas pedagógicas" (p. 47).

Pela literatura, os manuais escolares são apontados como instrumentos influentes no processo de ensino e aprendizagem da ciência, por exercerem um papel significativo na forma como os conteúdos são definidos e comunicados, ao mesmo tempo que influenciam os resultados da aprendizagem (Millar, 2011; Morgado, 2004; Roseman, Kulm, & Shuttleworth,

2001; Tyson, 1997). São ainda apreciados como constituindo o principal guia do currículo na preparação das aulas, sendo utilizados, desde a primeira à última página, por professores inexperientes ou sem tempo para planificarem as suas aulas (Roseman, et al., 2001). Segundo Millar (2011), moldam a prática dos professores com as suas orientações.

Neste contexto, adquire relevância a análise comparativa entre, por um lado, o desenvolvimento de competências que é promovido pelas atividades de aprendizagem e avaliação formativa da unidade de ensino curricular "Gestão Sustentável dos Recursos" (GSR), elaboradas à luz do documento agora revogado, e, por outro lado, a avaliação de competências realizada pelas unidades de avaliação do teste PISA (Programme for International Student Assessment) 2006. Dessa análise resultará o modelo pedagógico 'motor' de desenvolvimento de competências, da orientação, apresentação e comunicação dos conteúdos dos manuais, que, do ponto de vista dos seus autores, é facilitadora das aprendizagens. Segundo Roseman, Stern, e Koppal (2010), todos os manuais escolares protagonizam um modelo pedagógico, exibido pela forma como apresentam e comunicam os conteúdos. Os manuais escolares que nos propusemos analisar correspondem aos mais adotados, numa amostra de 223 escolas, pelo que manifestam a anuência, por parte de muitos professores, a um modelo pedagógico.

Num currículo nacional são expressos os conteúdos e os objetivos e valores que regulamentam as aprendizagens de uma nação. A sua existência é da maior importância e a sua estabilidade da maior conveniência (Oates, 2011). De acordo com Oates (2011), uma revisão curricular não deve ser conduzida com base em considerações particulares e parciais dos problemas identificados, mas sim na compreensão profunda das funções do currículo. Ainda segundo Oates (2011), a análise da avaliação internacional, comparada, com base na qual os sistemas educativos europeus têm sido avaliados, realça dois conceitos-chave para a compreensão do sucesso de alguns países. São eles a "coerência curricular" e o "controlo curricular". Quando Oates (2011) fala em "controlo curricular" não se refere ao exercido pelo Estado, mas sim ao relacionado com a "coerência curricular". Por exemplo, nalguns sistemas educativos, a ênfase está na alta qualificação exigida aos professores, enquanto noutros reside no controlo dos

materiais utilizados, como os manuais escolares. A expressão "coerência curricular" tem um significado técnico preciso, que consiste em definir os conteúdos curriculares com o objetivo de assegurar a relação da progressão com a idade e de ajustar os elementos do sistema educativo com os programas, a avaliação, a pedagogia, a formação de professores e os manuais escolares (Schmidt & Prawat, 2006).

Os resultados da avaliação comparada na perspetiva da definição de "coerência" devem apenas ser utilizados para compreender as razões do sucesso e os elementos do sistema que são responsáveis por esse sucesso. Para Schmidt e Prawat (2006), a "coerência curricular" numa avaliação internacional comparada aparece associada ao alto desempenho do sistema educativo.

Sabemos que falar de currículo significa questionar. Questionar quais os conteúdos científicos e qual o tempo a atribuir-lhes, quais os seus objetivos, qual o grau de profundidade com que devem ser ensinados, como devem ser geridos e, por fim, em que ano de escolaridade deve o seu estudo ter início (Millar, 2011). O desenho curricular é quase sempre um compromisso entre as implicações de um conjunto de objetivos e as tensões a que estes conduzem (Millar, 2011; Wellington, 2001; Roldão, 1999). Daí não ser fácil acordar num desenho curricular.

A reflexão e a investigação sobre o ensino das ciências, documentadas em numerosas publicações e relatórios na última década (Osborne & Dillon, 2008; UNESCO, 2005; Rocard et al., 2007; Vieira, 2007; Gago et al., 2004; Chagas, 2000; Jenkins, 2001; Millar & Osborne, 1998), identificam falhas e apresentam recomendações. E, de facto, essas recomendações têm sido seguidas e dado origem a mudanças curriculares em vários países europeus, entre os quais Portugal. O nosso país foi pioneiro nessa transformação, dado que tanto o currículo nacional para o ensino básico (ME, 2001) como as orientações curriculares para as Ciências Físicas e Naturais para o 3º ciclo do ensino básico datam de 2001 (Galvão, 2001).

Inicia-se, assim, uma relação entre o ensino da ciência e a sociedade, que, juntamente com o desenvolvimento tecnológico, veio propor novos objetivos aos currículos e divulgar o termo "literacia científica" como o estudo da ciência em relação com a vida do dia a dia (Holbrook, 2010; Jenkins, 2007; Bybee & Fucks, 2006; DeBoer, 2000). A relevância educacional dada à

literacia científica no currículo confronta-se, na prática, com as políticas de utilidade (Aikenhead, 2005) responsáveis por uma tensão curricular marcada por dois propósitos distintos de difícil alcance: a exigência social de alcançar bons resultados e a necessidade de inovar e promover experiências de aprendizagens (Galvão, Reis, Freire, & Almeida, 2011). O objetivo é garantir e medir a literacia científica de um estudante. Para o efeito surgiram reformas educativas e curriculares assentes em metas associadas aos conteúdos, com consequências para o ensino e por isso controversas (DeBoer, 2000; Au, 2011).

Bybee (2010) sugere que a dimensão funcional da literacia científica transmitida aos professores nos últimos anos, como a compreensão e aplicação adequada de vocabulário científico e tecnológico, deve ser acrescida da dimensão conceptual e processual da aprendizagem, onde a informação deve estar relacionada com os conceitos que unificam as diferentes disciplinas de ciências. Deve ainda incluir a compreensão e as competências relativamente ao processo de funcionamento da ciência. Por esta razão, entende que o conceito de literacia é multidimensional (Bybee, 2010).

A avaliação de competências em literacia científica protagonizada pelo PISA 2006 não se limita apenas a medir o domínio dos conteúdos específicos, mas também a capacidade dos estudantes para identificar questões científicas, explicar fenómenos científicos e utilizar evidências científicas na resolução de problemas da vida real que envolvem a ciência e a tecnologia (OCDE, 2008). É uma avaliação que pressupõe uma perspetiva construtivista da aprendizagem, centrada na resolução de problemas e em atividades de natureza investigativa. Esta perspetiva é considerada por diversos autores como incentivadora da curiosidade dos alunos e, assim, capaz de motivar para a aprendizagem da ciência (Galvão et al., 2011; Holbrook, 2010; Rocard et al., 2007). O currículo nacional do ensino básico (ME, 2001) e as orientações curriculares de Ciências Físicas e Naturais para o 3º ciclo do ensino básico (Galvão, 2001), que serviram de orientação na elaboração dos manuais escolares em análise nesta investigação, têm a mesma perspetiva para as aprendizagens. Sugerem a utilização de atividades de natureza investigativa (ME, 2001, p. 129) e preconizam o desenvolvimento de competências (ME, 2001, p. 132). Estes aspetos permitem verificar a

existência de sintonia entre o desenvolvimento de competências em literacia científica dos manuais e o avaliado pelo PISA 2006.

Estamos, assim, perante um estudo onde serão comparados os conceitos de literacia científica e de desenvolvimento e avaliação de competências que serviu de base à elaboração dos manuais escolares e dos testes PISA 2006. Partimos dos pressupostos de que os manuais escolares de Ciências Naturais do 8º ano atendem ao currículo e às orientações curriculares de ciências físicas e naturais para o ensino básico, possuem valor didático para alunos, professores e encarregados de educação, propõem orientações didáticas que guiam a prática do professor, e ainda de que o enquadramento conceptual do PISA 2006 para a avaliação de competências em literacia científica pode servir de base à análise dos manuais escolares.

De modo a responder a este desafio, formulamos o seguinte problema de investigação: De que forma as atividades de aprendizagem e a avaliação formativa propostas na unidade de ensino Gestão Sustentável dos Recursos (GSR) seguem, em manuais escolares do 8º ano de Ciências Naturais, o enquadramento conceptual em literacia científica do PISA 2006?

### **A avaliação em literacia científica realizada pelo PISA 2006**

O PISA apresenta uma característica inovadora, que é a avaliação das competências em literacia dos jovens escolarizados até aos 15 anos de idade (Carvalho, 2009). Os testes abrangem os domínios da leitura, da matemática e da literacia científica, e a avaliação é centrada nas competências para literacia e não no currículo escolar, como muitas das avaliações tradicionais de desempenho. Como instrumento de avaliação, cruza duas realidades distintas, a social e a cognitiva. A primeira diz respeito às multiculturalidades que envolve e a segunda às escolhas e definições sobre o conhecimento e a aprendizagem (Carvalho, 2009). A tradução prática destas ideias é expressa na noção de competência, que o PISA abraça. A adoção deste conceito numa perspetiva científica da aprendizagem associada à teoria cognitiva exige uma nova organização do processo de ensino e aprendizagem, o que legitima a reestruturação curricular por razões económicas (Carvalho, 2009; Canário, 2006).

O enfoque na avaliação de competências permitiu ao PISA distanciar-se de outras avaliações comparadas cujo enfoque é o currículo. Segundo

Carvalho (2009), estas opções implicam a própria escolarização no seu conjunto, por ligarem aprendizagem, contextos e modos de ensinar e aprender à escola, colocando-a no centro do problema.

Passou-se a questionar as práticas de avaliação da escola e as modalidades tradicionais de organizar o processo de ensino e aprendizagem. Se o questionamento for visto como meio de promover a mudança de um modelo curricular para outro que se adapta melhor às lógicas da sociedade contemporânea, então o PISA pode ser entendido como força crítica e potencial de mudança (Neumann, Fisher, & Kauertz, 2010; Millar, 2006; Carvalho, 2009; Costa, 2009). Neumann et al. (2010) referem que os resultados dos estudantes alemães no PISA 2006 foram essenciais na compreensão do sistema educativo até então. Hoje os resultados desta avaliação constituem uma base de análise para a construção de tendências futuras da monitorização da avaliação em literacia científica (OCDE, 2008).

O desenvolvimento e a avaliação de competências exigem uma estrutura conceptual forte e clara que defina os domínios da avaliação e a estrutura dos testes (Bybee, 2010). As unidades de avaliação de competências em literacia científica obedecem ao conceito de literacia científica do PISA (OCDE, 2008, p. 39) internacionalmente aceite.

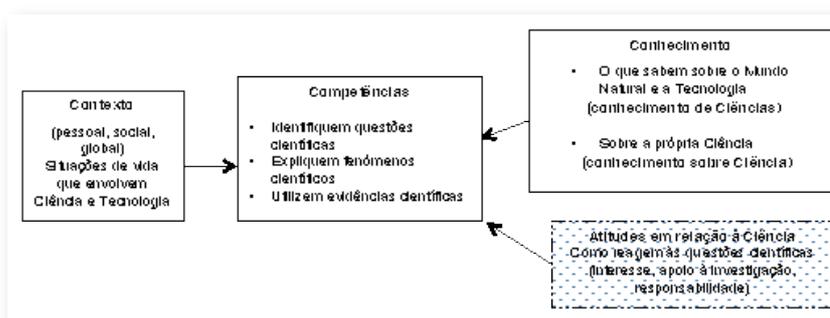
Em termos de metodologia, o PISA recolhe informação sobre o desempenho dos estudantes em testes que exigem apenas a utilização de papel e lápis. Os testes estão organizados por vários itens ou questões de avaliação. Estas podem ter diferentes formatos. Algumas exigem a construção de uma resposta onde se demonstre os métodos e processos mentais utilizados na elaboração da resposta. Outras requerem uma explicação, e outras ainda são do tipo escolha múltipla.

### **As unidades de avaliação do PISA 2006**

A definição de literacia científica do PISA 2006 (OCDE, 2008, p. 39) segue a visão da Educação em Ciência para todos (Bybee, McCrae, & Laurie, 2009), evidenciada pela capacidade de utilizar e compreender conhecimento científico em situações da vida que envolvam a ciência e a tecnologia. Transferi-la para um teste de avaliação internacional exigiu a elaboração de uma estrutura conceptual (ver Figura 1) assente em 4 pilares (contexto,

competências, conhecimento e atitudes) que orientou a elaboração dos itens ou unidades de avaliação. Parte do entendimento de que um "contexto" exige "competências", que por sua vez exigem a compreensão dos factos e a sua inclusão no conhecimento científico adequado de modo a organizar a informação destes mesmos factos (Bybee, 2010). Esta estrutura conceptual foi elaborada em colaboração com os melhores especialistas em educação e tem hoje largo consenso internacional (Hatzinikita, Dimopoulos, & Christidou, 2007), servindo de fundamento teórico a este estudo.

Nas unidades de avaliação do PISA 2006, para cada questão foi definido um contexto, a competência a avaliar e o tipo de conhecimento envolvido (ver Figura 1).



**Figura 1 - Enquadramento conceptual da avaliação em ciência do PISA 2006 (adaptado de Bybee et al., 2009, p. 867)**

Na definição de um contexto de ciências, o PISA 2006 procurou situações de vida com interesse para os estudantes, que envolvessem contextos de Ciência e Tecnologias nas áreas de "Saúde", "Recursos Naturais", "Qualidade Ambiental", "Riscos" e "Fronteiras da Ciência e da Tecnologia" (OCDE, 2008, pp. 39-41).

A seleção das competências "Identificar questões científicas", "Explicar fenómenos científicos" e "Utilizar evidências científicas" foi apurada pela investigação com base na importância que possuem em relação ao modo como a ciência funciona e pelas capacidades cognitivas que exigem, nomeadamente o raciocínio indutivo e/ou dedutivo, o pensamento sistémico,

a tomada de decisões, a construção de tabelas, a argumentação e a explicação baseadas em evidências, o raciocínio em termos de modelos e a utilização de dados matemáticos (Bybee et al., 2009). Mas o modo como o estudante exerce as suas competências é influenciado pelo conhecimento de ciências (conhecimento de diferentes disciplinas científicas e do mundo natural) e sobre ciência (como forma de investigação humana) (OCDE, 2008).

Por fim, chegamos ao quarto pilar da estrutura conceptual do PISA 2006, as atitudes. Estas, segundo a OCDE (2008), desempenham um papel importante nas decisões dos estudantes quanto ao desenvolvimento dos conceitos científicos, à escolha de carreiras e à utilização dos conceitos e métodos científicos ao longo da vida. O seu carácter transversal e a ausência de questões nos manuais escolares dirigidas à sua avaliação justificam a ausência deste domínio nesta investigação, razão pela qual na Figura 1 surge pontilhada essa componente.

Esta estrutura conceptual responde à vontade crescente de a avaliação em literacia científica estar assente no desenvolvimento de competências científicas (o desenho de questões que vão além da simples memorização de conhecimentos científicos) exigidas pelo mercado de trabalho (OCDE, 2008). A investigação revela ainda que os indivíduos com boas competências científicas são capazes de gerar inovações em diferentes áreas, beneficiando e impulsionando o progresso tecnológico (OCDE, 2008). Por esta razão, parece-nos fazer sentido comparar o desenvolvimento de competências protagonizado nas atividades de aprendizagem apresentadas nos manuais escolares com as que os testes PISA 2006 promovem.

## **Metodologia**

A metodologia geral desta investigação inscreve-se numa perspetiva qualitativa e interpretativa, em que os manuais escolares selecionados são o objeto de estudo.

### **Seleção dos manuais escolares analisados**

No processo de seleção dos manuais, recorreremos à consulta da página oficial da Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (DGIDC), secção *manuais escolares* e, dentro desta, a *adoção on-line de*

*manuais*, onde verificamos a adoção do manual da disciplina de Ciências Naturais do oitavo ano de escolaridade, nas escolas de cada concelho do distrito de Lisboa. Neste processo foram identificados oito manuais.

Os dados recolhidos evidenciaram, no distrito de Lisboa, uma clara preferência por dois manuais, designados nesta investigação por 'manual A' e 'manual B', razão pela qual foram os manuais selecionados. A opção pelo distrito de Lisboa relaciona-se com o facto de este ser o que possui o maior número de concelhos e, conseqüentemente, de escolas. O processo de seleção descrito explica a opção pelo critério de "verificação do manual mais adotado". Este critério exprime a preferência de muitos professores da disciplina de Ciências Naturais presentes em escolas de diferentes concelhos que respondem a realidades educativas diferentes. Os manuais propostos para adoção, incluindo os utilizados neste estudo, estão abrangidos por um regime de avaliação e certificação regulamentado pela Lei nº 47/2006, de 28 de agosto.

### **Caracterização dos manuais**

A caracterização dos manuais A e B incide no capítulo "Gestão Sustentável dos Recursos" (GSR). A opção pelo tema curricular "Sustentabilidade na Terra", que inclui o subtema GSR, prende-se com a sua aproximação aos contextos científicos do PISA 2006, "Recursos Naturais" e "Qualidade Ambiental", e com as recomendações de relatórios e de conferências internacionais que apelam ao envolvimento social pelo Desenvolvimento Sustentável (United Nations, 1992, 2000, 2002; UNESCO, 2005; Fensham, 2008), no qual a educação é chamada a colaborar.

O capítulo do manual referente à temática GSR inicia-se por uma página introdutória com uma imagem alusiva ao tema, com a indicação de subcapítulos ou subtemas. Consoante o manual, na página seguinte, ou se dá início ao texto de desenvolvimento do conteúdo, ou é oferecida informação adicional da história da ciência relacionada com o tema do capítulo. Esta abordagem é comum a todos os outros capítulos, quer se trate do manual A ou do manual B. Nos dois projetos, na página que antecede o início do texto de desenvolvimento do conteúdo, são apresentadas, na forma de lista, as aprendizagens a realizar pelo estudante ao longo do capítulo. O texto de

desenvolvimento do conteúdo é, nos dois casos, acompanhado por imagens e introduzido por uma pergunta. Curiosidades relacionadas com a história da ciência ou com o tema, colocadas em caixas de texto ao lado do texto principal, e questões sobre o conteúdo surgem também. Estas questões parecem ter o objetivo da verificação da aquisição dos conhecimentos expostos no texto de desenvolvimento do conteúdo cuja leitura proporciona a resposta correta. As palavras "Refere", "Indica", "Aponta", "Define" e "Transcreve" são frequentes nos enunciados destas perguntas.

Fazem ainda parte dos capítulos atividades de aprendizagem onde a informação é apresentada em diferentes suportes (gráficos, tabelas, texto, desenhos e fotografias) que confrontam o estudante com a leitura de dados, interpretação e análise desta informação. Estas atividades de aprendizagem surgem ao longo dos capítulos dos dois projetos e são apresentadas, pelos seus autores, como oportunidades para refletir sobre situações-problema que contribuem para o desenvolvimento de competências. Constituem, conjuntamente com a avaliação formativa, os elementos de análise desta investigação. Verificámos, consoante se trate do projeto A ou do projeto B, a opção pela apresentação de situações de aprendizagem ou pela apresentação de questões junto ao texto de desenvolvimento do conteúdo. Esta opção parece ter tido efeito no número de atividades de aprendizagem apresentadas nos dois projetos. Em ambos os projetos, verifica-se a procura de situações-problema de contexto atual e relacionadas com a vida quotidiana do estudante.

A realização em sala de aula destas atividades permite evidenciar a aquisição dos conhecimentos veiculados pelo capítulo. A solução para as perguntas das atividades é, nos dois projetos, dada apenas ao professor. Fazem ainda parte das propostas do capítulo pesquisas na Internet, propostas de visitas de estudo e atividades práticas e experimentais. O capítulo encerra, nos dois casos, com a síntese escrita dos conceitos e dos conhecimentos expostos, seguida de uma proposta de avaliação formativa. O texto de desenvolvimento dos conteúdos é em linguagem acessível e a qualidade das imagens é cuidada em ambos os projetos.

## Fundamento teórico do instrumento de recolha de dados

O caráter teórico deste estudo justifica a opção por uma abordagem de natureza qualitativa e interpretativa, definida por Bogdan e Biklen (1991) como descritiva, enaltecadora do "significado" e promotora da análise indutiva, valorizando mais o processo de análise do que os dados na situação concreta a investigar. Possui um método sistemático a partir do qual o investigador vai construindo e testando de forma cuidadosa as suas conclusões (Miles & Huberman, 1994).

Com base no fundamento teórico desta investigação – a estrutura conceptual do PISA 2006 (ver Figura 1) que define os domínios da avaliação e a estrutura dos testes – e na questão de investigação, estabelecemos duas categorias de análise: o Currículo Nacional de Ciências Físicas e Naturais (CNCFN) e a Estrutura Conceptual do PISA 2006 (ECPISA06). Dado que ambas protagonizam o desenvolvimento de competências para a literacia científica, a definição dos códigos-padrão "Contexto", "Competência", "Tipo de Conhecimento" e "Tipo de Questão" foi sustentada pelos documentos (ME, 2001; Galvão, 2001; OCDE, 2008; Gabinete de Avaliação Educacional/ Ministério da Educação [GAVE/ ME], 2011) e a sua descrição corresponde à transcrição dos mesmos. Este procedimento conduziu à elaboração do instrumento de recolha de dados que, segundo Miles e Huberman (1994), é a forma mais garantida de evitar a perda de dados no processo de categorização e codificação. Os quadros 1 e 2 expõem a descrição de cada código-padrão.

Na codificação do código-padrão "Contexto", teve-se também em atenção as questões do PISA 2006, onde a classificação de um determinado contexto se faz com base na descrição do mesmo e na consequência que a situação de aprendizagem evidencia. Se a situação de aprendizagem tem consequências ambientais globais, como por exemplo o "efeito de estufa", o contexto é considerado global ou ambiental, segundo a categoria "ECPISA06" ou "CNCFN", respetivamente. Caso o efeito da situação seja local, então o contexto é classificado como social, e pessoal ou individual quando a consequência recai sobre o indivíduo.

**Quadro 1 - Definição dos códigos-padrão da categoria “Currículo Nacional de Ciências Físicas e Naturais” (CNCFN)**

Descrição dos códigos-padrão da categoria “CNCFN” (contexto, competências, conhecimento e tipo de questões)	Códigos
<p style="text-align: center;"><b>CONTEXTO</b></p> <p>Contexto - O desenvolvimento de competências exige experiências educativas diferenciadas que vão ao encontro dos interesses pessoais, experiências quotidianas de aprendizagem sobre temas científicos e tecnológicos numa perspetiva pessoal, social e ambiental (ME, 2001; Galvão, 2001).</p>	<p>CON-Ind CON-Soc CON-Glo</p>
<p style="text-align: center;"><b>COMPETÊNCIAS</b></p> <p>Conhecimento - análise e discussão de evidências e situações-problema; interpretação e compreensão de leis e modelos científicos; elaboração e interpretação de representações gráficas (GAVE/ME, 2011, p. 1).</p> <p>Raciocínio - interpretação de dados; formulação de problemas e/ou hipóteses; previsão e avaliação de resultados de investigações (GAVE/ME, 2011, p. 1).</p> <p>Comunicação - interpretação de fontes de informação diversas; exposição de ideias, defesa e argumentação; estruturação lógica de textos (GAVE/ME, 2011, p. 1).</p>	<p>COM-Con COM-Rac COM-Com</p>
<p style="text-align: center;"><b>CONHECIMENTO</b></p> <p>Conhecimento substantivo – análise e discussão de evidências, situações-problema que permitem adquirir conhecimento científico e tecnológico apropriado de modo a interpretar e a compreender conceitos, leis, modelos científicos, reconhecendo as limitações da ciência e da tecnologia na resolução de problemas pessoais, sociais e ambientais (ME, 2001 p. 132; Galvão, 2001, p. 5).</p> <p>Conhecimento processual – pode ser evidenciado através de pesquisa biográfica, observação, execução de experiências e avaliação dos resultados obtidos, planeamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas onde os alunos utilizam dados estatísticos e matemáticos (ME, 2001; Galvão, 2001, p. 5).</p> <p>Conhecimento epistemológico – propõe-se a análise e debate de relatos de descobertas científicas nos quais se evidenciam êxitos e fracassos, persistência e modos de trabalho de diferentes cientistas, influências da sociedade sobre a ciência, possibilitando ao aluno confrontar, por um lado, as explicações científicas com as de senso comum, e, por outro, a ciência, a arte e a religião (ME, 2001; Galvão, 2001, p. 6).</p>	<p>COH-Sub COH-Proc COH-Epi</p>
<p style="text-align: center;"><b>TIPO DE QUESTÃO</b></p> <p>Escolha múltipla – A coração total do item é atribuída às respostas que apresentem de forma inequívoca a única opção correta (GAVE/ME, 2011, p. C.2).</p> <p>Associação e correspondência - Considera-se incorreta qualquer associação/ correspondência que relacione um elemento de um dado conjunto com mais do que um elemento do outro (GAVE/ME, 2011, p. C.2).</p> <p>Ordenação – A coração total do item é atribuída às respostas em que a sequência esteja integralmente correta e completa (GAVE/ME, 2011, p. C.2).</p> <p>Resposta curta – Se a resposta contiver elementos contraditórios ou que excedam o solicitado é considerada incorreta (GAVE/ME, 2011, p. C.5).</p> <p>Resposta estruturada – A resposta apresenta-se organizada por níveis de desempenho e a cada nível corresponde uma coração (GAVE/ME, 2011, p. C.5).</p>	<p>TQ-Bn TQ-Asc TQ-Ord TQ-Rcur TQ-Rres</p>

**Quadro 2 - Definição dos códigos-padrão da categoria “Enquadramento conceptual PISA 2006” (ECPISA06)**

Descrição dos códigos-padrão da categoria “ECPISA06”	Códigos
<b>CONTEXTO</b>	
Contexto Individual - Consumo pessoal de energia, comportamento ambiental correto, a utilização de recursos e a produção de resíduos (OCDE, 2008, p. 41).	CON-Ind
Contexto social - Interferência de populações humanas, qualidade de vida, segurança, produção e distribuição de alimentos e energia (OCDE, 2008, p. 41).	CON-Soc
Contexto global - Renováveis e não renováveis; sistemas naturais; crescimento populacional; a utilização sustentável de espécies; biodiversidade; sustentabilidade ecológica; controlo de poluição, produção e perda de solo (OCDE, 2008, p. 41).	CON-Glo
<b>COMPETÊNCIAS</b>	
Identificam questões científicas - Reconhecer questões que podem ser investigadas; identificar palavras-chave para busca de informações; identificar as características básicas de uma investigação (OCDE, 2008, p. 41).	CE-Qd
Explicação científica de fenómenos - Aplicar conhecimento de ciências em determinadas situações; descrever ou interpretar cientificamente os fenómenos e prever mudanças; identificar descrições, explicações e previsões adequadas (OCDE, 2008, p. 41).	EXP-Cte
Utilização de evidências científicas - Interpretar evidências científicas, tirar conclusões e comunicá-las; identificar hipóteses, evidências e raciocínios que levam a conclusões; referir sobre implicações sociais de desenvolvimentos científicos (OCDE, 2008, p. 41).	UTE-Ecl
<b>CONHECIMENTO</b>	
Conhecimento de ciências - Conhecimento de diferentes disciplinas científicas e do mundo natural; teorias e conceitos fundamentais (OCDE, 2008, pp. 42-44).	COH-Dci
Conhecimento sobre ciências – É a “investigação científica” como processo central das ciências e os vários componentes nesse processo; e “explicação científica” é o que resulta da investigação, como meio utilizado pela ciência, para obter evidência (OCDE, 2008, pp. 42-44).	COH-Sd
<b>Tipo de questão</b>	
Escolha múltipla padronizada - a resposta que apresenta a única opção correta (OCDE, 2008).	TQ-Emq
Escolha múltipla complexa - a resposta exige selecionar uma alternativa para cada proposição (OCDE, 2008).	TQ-Enc
Resposta fechada - a resposta constituída pelo estudante é de constituição fechada (OCDE, 2008).	TQ-Fech
Resposta aberta - a resposta apresenta-se organizada por níveis de desempenho (OCDE, 2008).	TQ-Ries

A par da definição dos códigos, verificamos a existência de uma relação entre o tipo de conhecimento e o tipo de competência. Por exemplo, na categoria “ECPISA06” verificamos que as questões que correspondem ao tipo de “Conhecimento sobre ciência – investigação científica” surgem associadas à competência “Identificação de questões científicas”. Esta competência implica, na prática, situações de aprendizagem onde o estudante é chamado ou “a identificar o problema de investigação, ou à compreensão da metodologia de investigação, ou à identificação das variáveis da investigação, ou à mudança de variáveis, ou a conhecer as capacidades e limites da

investigação" (OCDE, 2008, pp. 98, 100, 113). Quer isto dizer, segundo a estrutura conceptual do PISA 2006, que o tipo de conhecimento "Conhecimento sobre ciência – investigação científica" exige o conhecimento e a compreensão das características de uma investigação científica (OCDE, 2008).

Já as questões que se incluem no domínio do "Conhecimento sobre ciência – explicação científica" aparecem associadas à competência "Utilização de evidências científicas". Esta competência exige, nas respostas às questões que a promovem, saber sintetizar e utilizar "Conhecimento de ciências" e "Conhecimento sobre ciência – explicação científica". As principais características da situação de aprendizagem que desenvolve esta competência são: "interpretar evidências para fazer e comunicar conclusões; identificar hipóteses, evidências e raciocínios por trás das conclusões; e reflectir sobre as implicações sociais dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos" (OCDE, 2008, p. 87). O estudante deve elaborar uma conclusão apoiada ou justificada em evidências científicas resultantes de um processo de investigação ou elaborar uma comunicação apoiada ora em evidências científicas ora em conhecimentos científicos adquiridos. Em função da situação, a questão inclui-se no domínio "Conhecimento sobre ciência" ou "Conhecimento de Ciências", respetivamente.

Por fim, as questões do PISA incluídas na categoria "Conhecimento de ciências" surgem sempre associadas à competência "Explicação científica de fenómenos". Esta competência, no PISA 2006, centrou-se nos conceitos científicos básicos das áreas de conteúdo (OCDE, 2008, p. 84). Segundo a OCDE (2008), relaciona-se com os objetivos dos cursos tradicionais de Física e Biologia. As situações de aprendizagem classificadas sob esta competência exigem a aplicação de "Conhecimento de ciências", descrição ou interpretação científica de fenómenos e previsão de mudanças, assim como identificação de descrições, explicações e previsões adequadas. O estudante é chamado a aplicar e a evidenciar os seus conhecimentos no contexto sobre o qual está a ser questionado.

Esta associação do "Tipo de Conhecimento" com "Tipo de Competência" tem o objetivo de proporcionar resultados do desempenho em ciência através da escala de proficiência para as competências (OCDE, 2009). Por outro lado, a decisão de separar as duas categorias de

conhecimento determinou, no caso dos testes PISA, o peso relativo das três competências e a atribuição de um peso de 60% ao "Conhecimento de ciências" (OCDE, 2009).

Ao pretendermos averiguar se a estrutura conceptual do PISA 2006 está presente nos manuais, torna-se necessário saber se esta relação que as questões do PISA 2006 exibem tem eco nos documentos orientadores dos manuais escolares, no currículo nacional (ME, 2001) e nas orientações curriculares (Galvão, 2001). Para verificar esta situação, recorreremos às descrições dos códigos da categoria "CNCFN". Começamos pelas descrições dos códigos-padrão "Conhecimento substantivo" da categoria "CNCFN", e da competência "Conhecimento", onde verificamos que ambas remetem para a "análise e discussão de evidências de situações problema que permitem adquirir conhecimento científico e tecnológico de modo a interpretar e a compreender conceitos, leis e modelos científicos, reconhecendo as limitações da Ciência..." (Galvão, 2001, p. 5; GAVE/ ME, 2011, p. 1; ME, 2001, p. 132). As duas descrições são reveladoras de sintonia, tendo sido por esta razão associadas. De igual modo, as descrições das situações de aprendizagem que envolvem o código-padrão "Conhecimento processual" e a competência "Raciocínio" referem "...execução de experiências, individualmente ou em grupo, avaliação dos resultados obtidos, planeamento e realização de investigações..." (ME, 2001, p. 132). Ambas remetem para para situações de aprendizagem que envolvam a "interpretação de dados, formulação de problemas e/ou hipóteses, previsão e avaliação dos resultados de uma investigação" (Galvão, 2001, p. 5; GAVE/ ME, 2011, p. 1; ME, 2001, p. 132).

A descrição do código-padrão "Conhecimento epistemológico", como o próprio nome indica, implica conhecer o modo como a ciência obtém evidências. O currículo descreve-o como "formas de trabalho de diferentes cientistas" (Galvão, 2001, p. 6; GAVE/ ME, 2011, p. 1; ME, 2001, p. 133). Neste ponto encontramos relação com a competência "Comunicação", que exige "interpretação de fontes de informação diversas, exposição de ideias, defesa e argumentação, estruturação lógica de textos" (Galvão, 2001, p. 6; GAVE/ ME, 2011, p. 1; ME, 2001, p. 133). Ao estudante é pedido que exponha ideias e que as defenda através da apresentação de um texto argumentativo com uma estrutura lógica (ME, 2001). Esta competência, ao exigir interpretação, argumentação e estruturação de ideias numa sequência lógica,

abrange as categorias do "Conhecimento processual" e do "Conhecimento epistemológico". A sua ligação a estes códigos-padrão está dependente do contexto da situação-problema em que o estudante está a ser questionado.

Do exposto podemos perceber que, à semelhança da categoria "ECPISA06", é possível estabelecer uma relação do "Tipo de Conhecimento" com o "Tipo de Competência" para a categoria "CNCFN". Resta ainda referir que no PISA 2006 cada questão, independentemente da competência e tipo de conhecimento que lhe corresponde, possui um nível de proficiência definido pela escala de proficiência para cada competência. O processo de codificação realizado não inclui a atribuição de um nível de proficiência às atividades de aprendizagem e à avaliação formativa dos manuais. Com ele pretendemos apenas aferir o contexto, as competências e o tipo de conhecimento que as perguntas das atividades dos manuais privilegiam.

Com base nas descrições dos códigos-padrão (ver Quadros 1 e 2) e na relação existente entre "Tipo de Conhecimento" e "Tipo de Competência", procedemos, numa primeira fase, à codificação das atividades de aprendizagem e de avaliação formativa dos manuais A e B. Numa segunda fase, e dado que as descrições de cada código-padrão, nas duas categorias (ver Quadros 1 e 2), exprimem diversas exigências, foram estabelecidas perspetivas, a partir das quais realizamos uma nova codificação. Deste modo pretendemos conhecer a expressão das "Competências" e "Tipo de Conhecimento" nas atividades de aprendizagem e na avaliação formativa dos manuais. A título de exemplo, a descrição da competência "Conhecimento" da categoria "CNCFN" exprime as exigências de "análise e discussão de evidências e situações-problema", "interpretação e compreensão de leis e modelos científicos" e "elaboração e interpretação de representações gráficas" (ver Quadro 1). Igual procedimento foi realizado para a categoria "ECPISA06". A codificação das atividades de aprendizagem e de avaliação formativa dos manuais segundo estas perspetivas permitiu-nos conhecer qual a expressão das "Competências" e "Tipo de Conhecimento" nos manuais e, numa terceira fase, procurar saber qual a relação desta expressão com o "Tipo de Questão". Nesta fase, a codificação realizada teve em atenção a descrição dos códigos-padrão "Tipo de Questão" (ver Quadros 1 e 2) e as soluções para as questões propostas pelos manuais.

Descrito o procedimento que fundamenta as opções metodológicas da recolha de dados, segundo as duas categorias (CNCFQ e ECPISA06) passamos à análise dos resultados.

### **Análise e interpretação dos resultados**

A sintonia entre as estruturas conceptuais do currículo nacional para o ensino básico e as do PISA 2006 permitiu, nesta investigação, a recolha de dados em dois manuais escolares certificados, que cursam o currículo nacional e as orientações curriculares. Os dados recolhidos segundo "Tipo de Competência", "Tipo de Conhecimento" e "Tipo de Questão" para as categorias ECPISA06 (Estrutura Conceptual do PISA 2006) e CNCFN (Currículo Nacional de Ciências Físicas Naturais) encontram-se resumidos no Quadro 3 e resultam da análise de 37 situações de aprendizagem (atividades de aprendizagem e de avaliação formativa) dos manuais A e B, as quais encerram um total de 319 questões (190 questões do manual A e 129 do manual B).

A existência de questões que mobilizam mais do que uma competência implica presença destas em duplicado e explica um total de questões por manual superior (ver Quadro 3). O mesmo se verifica para o "Tipo de Questão", onde os diferentes formatos podem corresponder a uma exigência semelhante.

A leitura do Quadro 3 informa que as competências "Explicação científica de fenómenos" e "Conhecimento", associadas ao "Conhecimento de ciências" e "Conhecimento substantivo", exprimem um predomínio (184 questões no manual A e 124 questões no manual B) que se manifesta, nas duas categorias, em questões de resposta curta ou fechada (172 no manual A e 118 no manual B) onde o estudante é solicitado à leitura e transcrição de informação relacionada com o contexto. Os dados mostram ainda (ver Quadro 3) a existência de um número reduzido de questões para as competências "Identificação de questões científicas", "Raciocínio", "Utilização de evidências científicas" e "Comunicação".

**Quadro 3 - Dados recolhidos por “Competência” e “Tipo de Conhecimento” e “Tipo de Questão” segundo as categorias ECPISA06 e CNCFN**

Número questões por “Competência” / “Tipo de Conhecimento” nos manuais A e B segundo as Categorias ECPISA06 e CNCFN	
(ECPISA06) Explicação científica de fenómenos / Conhecimento de ciências (CNCFN) Conhecimento / Conhecimento substantivo	184 Questões - manual A 124 Questões - manual B
(ECPISA06) Identificação de questões científicas / Conhecimento sobre ciência investigação científica (CNCFN) Raciocínio / Conhecimento processual	2 Questões - manual A
(ECPISA06) Utilização de evidências científicas / Conhecimento sobre ciência – explicação científica (CNCFN) Comunicação / Conhecimento epistemológico	4 Questões – manual A 2 Questões - manual B
Número questões por “Tipo de Questão” nas situações de aprendizagem dos manuais A e B segundo as Categorias ECPISA06 e CNCFN	
(ECPISA06) Escola múltipla padronizada (CNCFQ) Escolha múltipla	2 Questões – manual A 11 Questões – manual B
(ECPISA06) Escolha múltipla complexa (CNCFN) Ordenação	0 Questões – manual A 0 Questões – manual B
(ECPISA06) Resposta fechada (CNCFQ) Resposta curta	172 Questões - manual A 118 Questões – manual B
(ECPISA06) Resposta aberta (CNCFN) Resposta restrita	16 Questões - manual A 3 Questões – manual B
(CNCFQ) Associação/correspondência	3 Questões – manual A 9 Questões – manual B

O retrato evidenciado pelos resultados podia ser imputado à exclusão, nesta análise, das atividades experimentais ou laboratoriais propostas nos

manuais. Contudo, situações de aprendizagem que descrevam a sequência de uma atividade de investigação laboratorial assentes em questões de natureza investigativa, associadas a estratégias de leitura, discussão, exposição oral e/ou pesquisa podem ser consideradas promotoras destas competências (Bybee, 2010). Este tipo de situação de aprendizagem está pouco presente nos manuais. Também as questões PISA que as avaliam, cuja exigência material é "papel e lápis", mostram que a obrigatoriedade de uma atividade de investigação experimental ou laboratorial não é condição única para o desenvolvimento e a avaliação destas competências.

Como explicar então, nos manuais escolares A e B, o predomínio de situações de aprendizagem que desenvolvem as competências "Conhecimento" e "Explicação de fenómenos científicos" e a ausência ou presença diminuta das outras competências?

A análise da atividade de aprendizagem de um dos manuais, presente na Figura 2, ajuda a clarificar os dados expostos. A atividade representada na Figura 2 mostra que as questões 1, 2, 4, 5 e 6 são dirigidas à leitura e transcrição da informação sobre o contexto em que o estudante está a ser questionado, estão assentes em resposta do tipo curta ou fechada, visível nos enunciados das questões, e são comprovadas pelas soluções apresentadas no manual do professor. Nestas questões, o professor regista apenas a compreensão da informação do contexto por parte do estudante. Já o enunciado da pergunta 3 (ver Figura 2) exige uma resposta restrita ou aberta onde a utilização dos factos do contexto deve ser feita para explicar ou concluir. Enunciados com esta exigência de resposta são em número reduzido e as soluções propostas ao professor são vagas. Quando a resposta é restrita ou aberta, a solução é do tipo "poderá aceitar qualquer resposta desde que bem fundamentada" ou "o programa sugere este tipo de pergunta e propõe como solução uma discussão orientada". Contudo, os argumentos que sustentam a explicação nem sempre são apresentados na solução e, quando o são, não estão necessariamente relacionados com os factos. A ausência de uma solução exata para este tipo de questão, por parte do manual, pode conduzir ao seu afastamento da prática letiva.

Figura 2 - Exemplo de uma atividade de aprendizagem (Fonte: Antunes,

**ACTIVIDADE**

**A EVOLUÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS ENERGÉTICOS**

Analisa as informações 1 e 2. Responde, depois, às questões que se seguem.

**Informação 1**

A Revolução Industrial foi sustentada, energeticamente, por um recurso que o Homem extraiu da Terra – o **carvão**. A industrialização foi-se expandindo e a necessidade de carvão conduziu a uma intensa exploração mineira a nível mundial.

A posterior utilização do **petróleo** e do **gás natural** conduziu à substituição progressiva do carvão porque estas fontes de energia garantiam uma exploração mais rentável e um transporte mais diversificado (por navio, comboios, condutas...). A velocidade de extração destes recursos foi tão acelerada que as previsões apontaram, inicialmente, para o seu esgotamento no início do século XXI.

A introdução da **energia nuclear**, em meados do século XX, criou novas expectativas de exploração de um recurso quase inesgotável e de baixo preço, mas que rapidamente foi considerado, em termos ecológicos, muito perigoso devido aos enormes custos ambientais e de saúde pública criados pelos desperdícios radioactivos e pela possibilidade de ocorrência de acidentes nucleares.

**Informação 2**

O gráfico seguinte traduz a evolução da utilização de diferentes recursos energéticos ao longo do tempo num país industrializado.

Fonte: Agência de Informação Energética dos Estados Unidos, 2001

1. Refere os recursos energéticos:
  - 1.1. citados na informação 1; 1.2. apresentados no gráfico.
2. Indica o valor da percentagem de madeira utilizada em:
  - 2.1. 1850;
  - 2.2. 1985;
3. Apresenta uma razão para o decréscimo da utilização da madeira.
4. Menciona o recurso energético mais utilizado nos últimos 50 anos.
  - 4.1. - Indica o ano ...
  - 4.2. - Explica o motivo deste ser menos utilizado no ano 2000.
5. Revela um dado ...
6. - **Dá exemplos dos recursos energéticos representados ...**

**3- Resposta restrita /aberta**

Poderá aceitar qualquer explicação que relacione o esgotamento deste recurso e a evolução da tecnologia que exige uma fonte de energia mais rentável (Antunes, Bispo, & Guindeira, 2010, p. 142)

Bispo, &amp; Guindeira, 2010, p. 142)

Este tipo de questão é pouco frequente nas atividades de aprendizagem, razão pela qual, neste estudo, os resultados manifestam, para as competências "Utilização de evidências científicas" ou "Comunicação", uma presença ténue. Uma questão que exija ao estudante a construção de uma resposta escrita relativamente extensa pode envolver vários processos cognitivos, como o raciocínio indutivo e/ou dedutivo, raciocínio crítico e integrado, construção e comunicação de argumentos, utilização de matemática e outros conhecimentos (OCDE, 2007). O treino nestas respostas não é realizado com questões de resposta curta ou fechada, cuja exigência é apenas compreender informação adequada a um determinado contexto.

Este dado remete-nos para a discussão do processo de ensino e aprendizagem veiculado pelas atividades de aprendizagem dos manuais.

Sabemos da importância da memorização na aquisição de conhecimento, que não há competências sem conhecimento e que estas não se ensinam, desenvolvendo-se através da criação de situações de aprendizagem com as quais o estudante é confrontado (Perrenoud, 2003). Assim sendo, dar a mesma ênfase aos conceitos e aos factos significa realizar a aquisição de conceitos em complementaridade com os factos de um determinado contexto (Bybee, 2010). A falta desta complementaridade explica, nos resultados, o isolamento das questões que se iniciam pela palavra "Define". A resposta a estas questões exige recorrer ao texto de desenvolvimento do conteúdo. Ora, um conceito deverá ser aprendido ou adquirido a partir de um raciocínio lógico que utiliza evidências ou factos, complementaridade referida por Bybee (2010).

O predomínio das competências "Conhecimento" e "Explicação científica de fenómenos" (consoante a categoria CNCFN e ECPISA2006) significa, assim, que o desenvolvimento de competências dá ênfase ao conhecimento factual assente em questões que remetem para a exigência de saber ler e compreender factos e ideias expressas num determinado contexto. O convite para definir, indicar, referir, mencionar, identificar e explicar, com base na identificação dos factos do contexto, justifica este modelo onde a preocupação com a aquisição dos conteúdos sobressai. Por esta razão, a maioria das questões das atividades, ao protagonizar a leitura e compreensão de informação adequada ao contexto em que o aluno está a ser questionado, surge associada a questões do "Tipo Fechada ou Curta" onde a construção da resposta é: correta ou incorreta. Os enunciados destas questões iniciam-se maioritariamente pelas palavras "Indica", "Refere", "Menciona", "Identifica/Aponta", "Explica por que razão" e "Define". Neles, a exigência é a de transcrever os dados do contexto.

Já as palavras "Justifica", "Conclui", "Comenta" e "Prevê" surgem nos dois manuais menos vezes (ver Quadro 4). Manifestam uma exigência de resposta do "Tipo Restrita ou Aberta" que pode ser comprovada pela solução proposta pelo manual (ver Figura 2). Parece, assim, registar-se um desequilíbrio na relação entre o "Tipo de Competência" com o "Tipo de Conhecimento" e o "Tipo de Questão", que, nesta investigação, expõe a ênfase do desenvolvimento de competências dos manuais A e B.

**Quadro 4 - Palavras/expressões empregues nos enunciados das “atividades de aprendizagem e avaliação formativa” dos manuais A e B**

Palavras/expressões empregues nos enunciados das atividades e da avaliação formativa dos manuais A (MA) e B (MB)	Número de vezes que a expressão é empregue nos manuais A (MA) e B (MB)		
	Indica/Refere/Mostra/ave/Qual o(a)	MA - 49	MB - 42
Refere	MA - 51	MB - 11	
Explica por que razão	MA - 17	MB - 16	
Menciona	MA - 16	MB - 0	
Define	MA - 9	MB - 2	
Revela	MA - 1	MB - 0	
Identifica /Aponta	MA - 12	MB - 11	
Apresenta	MA - 1	MB - 0	
Compara	MA - 2	MB - 3	
Relaciona	MA - 3	MB - 1	
Caracteriza	MA - 1	MB - 0	
Prezê	MA - 4	MB - 4	
Conclui	MA - 0	MB - 1	
Explica /Justifica	MA - 8	MB - 4	
Comenta	MA - 9	MB - 0	
Outras (escolha múltipla/ outras pontuada/ verdadeiro-falso/comoção das imagens/ falsas / preenchimento de espaços em branco/resolução de quadriláteras)	MA - 14		MB - 22

Os enunciados das questões classificadas como "Outras" (ver quadro 4) exigem uma resposta do "Tipo Fechada ou Curta", pelo que se incluem no tipo de competência e de conhecimento dominantes.

Nos testes PISA, a distribuição por tipo de questão é de 8% para "Resposta Fechada ou Curta", 40% para "Resposta Aberta ou Restrita" e 52% para as questões de "Escolha múltipla complexa" (OCDE, 2008). A distribuição destas percentagens está relacionada com a escala de proficiência, cujos níveis caracterizam o grau de complexidade de cada competência. Este, associado às questões, avalia o nível de desempenho ou proficiência (OCDE, 2009). O aumento do grau de dificuldade de uma questão manifesta-se pela exigência na utilização das três competências na resposta. O corretor deverá verificar a progressão do estudante entre elas, a par do grau de conhecimento necessário à resposta (OCDE, 2009), desde a "identificação de questões científicas", passando à "utilização de evidências científicas" e, por fim, a "comunicação e apresentação de uma solução" (OCDE, 2009). Este

procedimento do PISA expõe situações de aprendizagem onde as questões possuem níveis de desempenho para as competências de modo a avaliar o grau de literacia de um estudante. Associar as questões ao contexto, às competências e ao tipo de conhecimento é seguir uma estrutura conceptual, neste caso do PISA e do currículo, essencial ao desenvolvimento de competências. Nos manuais estudados, esta associação é parcial.

### **Conclusões**

Os resultados desta investigação permitem concluir que existe sintonia nos princípios que regem as estruturas conceptuais do currículo português das Ciências Físicas e Naturais do ensino básico e o enquadramento conceptual do PISA 2006, mas que esta sintonia não se traduz nos manuais que serviram de objeto a esta investigação. As atividades de aprendizagem e de avaliação formativa dos manuais escolares seguem, de forma incompleta, a estrutura conceptual do PISA 2006, ao nível da associação do tipo de conhecimento com o tipo de competência e desta com o tipo de questão.

O modelo pedagógico de desenvolvimento de competências nos manuais A e B é semelhante: dá ênfase ao conhecimento factual, como verificação da capacidade de ler e compreender o contexto, desligado das ideias e conceitos que o complementam e das competências. A ausência de situações de aprendizagem que promovam o conhecimento e a compreensão das características de uma investigação ("Identificação de questões científicas") é outro dos aspetos evidenciados.

Esta investigação apresenta limitações que decorrem principalmente da metodologia utilizada. O quadro conceptual do currículo, do desenvolvimento curricular, e os conceitos de competência e de literacia científica em que se debruça conferem-lhe carácter teórico. Apresenta-se, ainda, centrada no investigador, pelo que a recolha e análise dos dados podem, por estas razões, expor desvios resultantes da subjetividade inerente a este processo. É oportuno um estudo exploratório que inclua a observação de aulas e a realização de questionários a professores e autores dos manuais, com o objetivo de averiguar as motivações, por parte dos professores, para a seleção de um manual e, por parte dos autores, as razões que fundamentam o modelo pedagógico que apresentam.

Por fim, o estudo incidiu apenas sobre as atividades de aprendizagem e de avaliação formativa de uma unidade curricular, não permitindo a generalização dos resultados obtidos. Contudo, o seu objetivo último é promover a reflexão sobre as atividades de aprendizagem dos manuais escolares, tendo como ponto de comparação as situações de aprendizagem promovidas pelas unidades de avaliação em literacia científica do PISA 2006.

A avaliação do currículo revogado parece-nos crucial, não só pela reflexão que suscita, mas também como fonte de conhecimento sobre os resultados portugueses em literacia científica no PISA 2006 (GAVE/ ME, 2007). Serve ainda como meio de compreensão da forma como foi interpretado em documentos de avaliação interna do currículo (testes intermédios, exames nacionais) que, à semelhança dos manuais escolares, exercem influência direta na prática do ensino e aprendizagem das ciências.

A realidade educacional do PISA, como instrumento de regulação, é aceite pela comunidade científica, que manifesta receptividade aos dados e resultados por entender que a sua utilização noutros contextos de pesquisa pode ser importante (Costa, 2009; Duit & Treagust, 2010). Por este motivo é considerado um instrumento de investigação produtor de conhecimento em educação. Neste contexto, a estrutura conceptual do PISA 2006, sustentada pela investigação, pode constituir um contributo na organização e comunicação dos conteúdos presentes no currículo. Este contributo pode estender-se à construção das atividades de aprendizagem dos manuais, que, segundo Millar (2011), são quem define, dentro da escolaridade obrigatória, a forma como os conteúdos são comunicados e avaliados.

A avaliação institucionalizada pelos sistemas educativos é aceite e concebida, segundo Whitehead (2007), para ajudar os professores a testarem o seu ensino. Millar (2011) aponta a avaliação sumativa como uma das armas mais poderosas dentro da sala de aula. Segundo o autor, providenciar aos estudantes uma vasta coleção destes exercícios é a forma mais eficaz de alcançar bons resultados e de encorajar os professores através deles. Este aspeto é relevante se tivermos em conta que os manuais são acompanhados por cadernos de exercícios e, também, que as editoras publicam, por ano de escolaridade, livros de exercícios e/ou de testes e exames dirigidos à avaliação sumativa, utilizados por professores e estudantes. A investigação destes materiais pode contribuir para o conhecimento do ensino da ciência.

Do mesmo modo, o estudo comparativo de manuais escolares pertencentes a vários países europeus pode contribuir para a reflexão sobre os modelos pedagógicos dos manuais escolares portugueses.

Por fim, e conforme decorre dos resultados desta investigação, cujo enfoque é a Educação em Ciência dentro da escolaridade obrigatória, mais concretamente a que compreende os níveis de escolaridade de estudantes até aos 15 anos de idade, investigar qual o entendimento do conceito de literacia científica junto dos professores de ciências contribui para o conhecimento da perceção deste conceito por parte da comunidade que tem a cargo a prática do ensino da ciência.

## Referências

- Aikenhead, G. S. (2005). Research into STS science education. *Educación Química*, 16, 384-397.
- Antunes, C., Bispo, M., & Guindeira, P. (2010). *Novo descobrir a terra 8*. Porto: Areal Editores.
- Au, W. (2011). Teaching under the new taylorism: High-stakes testing and standardization of the 21st century curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 43(1), 25-45.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1991). *Investigação qualitativa em educação – Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bybee, R. (2010). *The teaching of Science: 21st century perspectives*. USA: National Science Teachers Association.
- Bybee, R., & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st century workforce: A new reform in science and technology education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 349-352.
- Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-883.
- Canário, R (2006). A escola e a abordagem comparada. Novas realidades e novos olhares. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*, 1, 27-36.
- Carvalho, L. M. (2009). Governando a educação pelo espelho do perito: Uma análise do PISA como instrumento de regulação. *Educação & Sociedade*, 30(109), 1009-1036.
- Chagas, I. (2000). Literacia científica. O grande desafio para a escola. In *Actas do 1º Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e Desenvolvimento Profissional do Professor*. Lisboa: Escola Superior de Educação de Lisboa.

- Costa, E. (2009). *O "Programme for International Student Assessment" (PISA) como instrumento de regulação das políticas educativas* (Tese de doutoramento). Instituto da Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Duit, R., & Treagust, D.F. (2010). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Fensham, P. J. (2008). Science education policy-making: Eleven emerging issues. UNESCO. Disponível em: <http://eprints.qut.edu.au/28358/>
- Gabinete de Avaliação Educacional/Ministério da Educação (GAVE/ME) (2011). Projeto de testes intermédios 2010-2011. Informação nº. 2 – Ciências Naturais 3º ciclo. Lisboa: M.E.
- Gabinete de Avaliação Educacional/Ministério da Educação (GAVE/ME) (2007). *PISA 2006 – Competências científicas dos alunos portugueses*. Lisboa: M.E.
- Gago, J. M., Ziman, J., Caro, C., Davies, G., Parchmann, I., Rannikmäe, M., & Sjøberg, S. (2004). *Increasing human resources for science and technology in Europe*. Brussels: European Commission.
- Galvão, C. (Coord.). (2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Almeida, P. (2011). Enhancing the popularity and the relevance of science teaching in portuguese Science classes. *Research in Science Education*, 41, 651-666.
- Hatzinikita, V., Dimopoulos, K., & Christidou, V. (2007). PISA test items and school textbooks related to science: A textual comparison. *Science Education*, 92, 664-687.
- Holbrook, J. (2010). Education through science as a motivational innovation for science education for all. *Science Education International*, 21(2), 80-91.
- Jenkins, E. (2001). Science education as a field of research. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1(1), 9-21.
- Jenkins, E. (2007). School science: A questionable construct? *Journal of Curriculum Studies*, 39(3), 265-282.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of science literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Millar, R. (2011). Reviewing the national curriculum for science: Opportunities and challenges. *Curriculum Journal*, 22(2), 167-185.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: Kings College.

- Ministério da Educação (ME) (2001). *Currículo nacional do ensino básico. Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Ministério da Educação e Ciência (MEC) (2012). *Texto de enquadramento das metas curriculares*. Disponível em: <http://dge.mec.pt/metascurriculares/?s=directorio&pid=1#metas>.
- Morgado, J. C. (2004). *Manuais escolares: Contributo para uma análise*. Porto: Porto Editora.
- Neumann, K., Fisher, H., & Kauertz, A. (2010). From PISA to educational standards: The impact of large-scale assessments on science education in Germany. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 545-563.
- Oates, T. (2011). Could do better: Using international comparisons to refine the national curriculum in England. *Curriculum Journal*, 22(2), 121-150.
- OCDE (2007). *PISA 2006: Estrutura da avaliação – Conhecimento e habilidades em ciências, leitura e matemática*. Brasil: Editora Moderna. Disponível em: <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/free/980603ue.pdf> (consultado em agosto de 2012).
- OCDE (2008). *PISA 2006: Competências em ciências para o mundo de amanhã* (Vols. 1- 2). São Paulo: Editora Moderna.
- OCDE (2009). *PISA 2006 technical report* (Vols. 1- 2). Paris: OCDE Publishing.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Perrenoud, P. (2003). *Porquê construir competências a partir da escola?* Porto: ASA Editores.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.
- Roldão, M. C. (1999). *Os professores e a gestão do currículo – Perspectivas e práticas em análise*. Porto: Porto Editora.
- Roseman, J. E., Kulm, G., & Shuttleworth, S. (2001). Putting textbooks to the test. *ENC Focus*, 8(3), 56-59. Disponível em: <http://www.project2061.org/publications/articles/articles/enc.htm> (consultado em janeiro de 2012).
- Roseman, J. E., Stern, L., & Koppal, M. (2010). A method for analyzing the coherence of high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(1), 47-70.
- Schmidt, W., & Prawat, R. (2006). Curriculum coherence and national control of education: Issue or nonissue? *Journal of Curriculum Studies*, 38(6), 641-658.
- Tyson, H. (1997). *Overcoming structural barriers to good textbooks*. Washington, DC: National Education Goals Panel.
- UNESCO. (2005). *Década das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável 2005-2014. Plano internacional de implementação*. Brasília. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf> (consultado em setembro de 2011).

- United Nations (1992). Agenda 21 – United Nations Conference on Environment & Development. Rio de Janeiro, Brasil, 3-14 Junho. Disponível em: <https://docs.google.com/gview?url=http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf&embedded=true> (consultado em Janeiro de 2012).
- United Nations (2000). *United Nations Millennium Declaration*. Disponível em: <http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.htm>
- United Nations (2002). *The world summit on sustainable development*. Disponível em: <http://www.un-documents.net/jburgdec.htm>
- Vieira, N. (2007). Literacia científica e educação de ciência. Dois objetivos para a mesma aula. *Revista Lusófona de Educação*, 10, 97-108.
- Wellington, J. (2001). What is science for? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1(1), 23-38.
- Whitehead, D. (2007). Literacy assessment practices: Moving from standardised to ecologically valid assessment in secondary schools. *Language and Education*, 21(5), 434-452.

### **Legislação consultada**

- Lei nº 47/2006, de 28 de agosto. *Diário da República*, I-série, 6213-6217.
- Despacho nº 17169/2011, de 23 de dezembro. *Diário da República*, II série, nº 245, 50080.

### **SCHOOL TEXTBOOKS OF NATURAL SCIENCES FOR THE 8TH GRADE IN PORTUGAL AND SCIENTIFIC LITERACY ASSESSMENT OF PISA 2006**

#### **Abstract**

This article focuses on the analysis of learning activities and formative assessment in the curricular area "Sustainable Management of Resources" in school textbooks. Through a qualitative and interpretative method, the goal was to assess the emphasis given to the development of skills in textbooks and to verify if they are in line with the scientific literacy assessment of PISA 2006 framework. The textbooks were selected according to the criterion "the most adopted textbook". The results show that the selected textbooks give priority to the development of skills and factual knowledge based on reading and interpreting information as a means of acquiring scientific knowledge, instead of skills that are necessary to develop the understanding of fundamental features of science as an element of research.

#### **Keywords**

Curriculum; Textbooks; Competencies; PISA 2006

### **MANUELS SCOLAIRES DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE 8E ANNÉE AU PORTUGAL ET CADRE CONCEPTUEL DE PISA 2006**

#### **Résumé**

Cet article se concentre sur l'analyse des activités d'apprentissage et évaluation formative dans la section des manuels scolaires, de Sciences de la Vie et de la Terre, dédiée à la «Gestion Durable des Ressources». Le but de cette méthode est de mesurer l'adéquation du modèle de développement des compétences proposé dans les manuels scolaires avec les critères d'évaluation de la culture scientifique promus par le PISA 2006. Basé sur une enquête qualitative, le fondement théorique est en accord avec le cadre

conceptuel de PISA 2006. Les manuels ont été sélectionnés selon le critère «du manuel le plus couramment adopté». Les résultats montrent que l'accent a été mis sur le développement basé sur l'acquisition de connaissances factuelles et des concepts qui complètent les compétences et constatent l'absence de situations d'apprentissage qui favorisent la connaissance et la compréhension des compétences scientifiques.

Mots-clé

Curriculum; Manuels scolaires; Compétences; PISA 2006

*Recebido em março/2014*

*Aceite para publicação em outubro/2014*

- i Paço de Arcos, Oeiras, Portugal
- ii Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Portugal

---

Toda a correspondência relativa a este artigo deve ser enviada para: Maria P. Lobo Antunes, Rua Câmara Pestana, 21, 1150 - 082 Lisboa, Portugal. E-mail: plantier.maria@gmail.com