

5

Descontinuidades na educação científica: estudo de currículos e exames nacionais

Sílvia Ferreira¹ & Ana Maria Morais²

Introdução

Na educação científica, assim como na educação em outras áreas do conhecimento, é essencial que não existam descontinuidades entre o currículo, a prática pedagógica e a avaliação (ex., Britton & Schneider, 2007; Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007). Deste modo, estes diferentes textos e contextos devem ser “concebidos, projetados e implementados como um sistema coordenado” (Duschl et al., 2007, p. 12). No caso específico da avaliação sumativa externa, evidências de vários estudos indicam que a realização de exames nacionais condiciona o processo de ensino e aprendizagem, bem como os instrumentos de avaliação em sala de aula (Hamilton, 2003). Se os exames e o currículo não apresentarem coerência, os professores tendem a centrar-se no que é avaliado nos exames em detrimento do que é veiculado no currículo da disciplina, de tal modo que os conteúdos que não são testados tendem a ser ignorados na prática pedagógica (Britton & Schneider, 2007). Deste modo, a avaliação sumativa externa pode “levar o ensino e a aprendizagem para direções não desejáveis que sejam contraproducentes em relação aos objetivos da literacia científica” (p.1009) mas, por outro lado, tipos de avaliação específicos têm a potencialidade de promover determinadas formas de ensino.

O estudo que se apresenta neste artigo foca-se no currículo e nos exames nacionais da disciplina bianual de Biologia e Geologia do ensino secundário e segue uma visão multidisciplinar, recorrendo a teorias e a conceitos das áreas da psicologia e da sociologia, particularmente ao modelo do discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000). Através deste modelo, Bernstein pretende explicar como o discurso pedagógico é produzido e reproduzido, tendo em conta um complexo conjunto de relações entre vários campos e contextos do que ele denomina de aparelho pedagógico. Ao longo deste processo podem ocorrer recontextualizações aos vários níveis do aparelho pedagógico e, por isso, o discurso pedagógico não é o resultado mecânico dos princípios dominantes da sociedade, que constituem o discurso regulador geral (DGR). Como resultado da recontextualização oficial do DRG, designadamente no Ministério da Educação e suas agências, é produzido o discurso pedagógico oficial (DPO), que se encontra expresso, por exemplo, nos currículos e nos exames nacionais.

¹ Agrupamento de Escolas de São Gonçalo, Torres Vedras, e UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa.

² UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa.

Nesse modelo proposto por Bernstein está também evidenciado que o campo de recontextualização oficial é influenciado pelos campos da economia e do controlo simbólico, que definem *o que* e *o como* do discurso pedagógico. *O que* refere-se aos conhecimentos e capacidades que são objeto do processo de ensino e aprendizagem e *o como* diz respeito ao modo como ocorre o processo de ensino e aprendizagem dos conhecimentos e capacidades (Morais & Neves, 2007a).

O presente estudo integrou uma investigação mais ampla (Ferreira, 2014) e deu continuidade a estudos anteriores realizados pelo grupo ESSA (Estudos Sociológicos da Sala de Aula)³. A investigação pretendeu estudar questões relacionadas com o nível de complexidade do trabalho prático na disciplina de Biologia e Geologia, tendo em conta as orientações dadas pelo Ministério da Educação relativas aos contextos de transmissão e de avaliação e à sua recontextualização nas práticas dos professores.

Em particular, no estudo que se apresenta, foi analisada a relação entre currículos e exames nacionais, para explorar processos de recontextualização que podem ter ocorrido entre a mensagem veiculada nesses documentos oficiais, quanto a diferentes dimensões de *o que* e de *o como* do discurso pedagógico. O estudo pretende responder ao seguinte problema: *Quais os processos de recontextualização que podem ter ocorrido no campo de recontextualização oficial, entre o currículo e os exames nacionais de Biologia e Geologia do ensino secundário, no que se refere ao nível complexidade do trabalho prático?*

A seleção do trabalho prático como objeto de estudo esteve relacionada com o facto de constituir um recurso único no ensino das ciências, com leituras distintas em diferentes períodos históricos e em diferentes contextos. Se, por um lado, parte da investigação realizada não tem sido clara em mostrar relação entre as atividades práticas realizadas pelos alunos na sala de aula e a sua aprendizagem científica, por outro, alguns dados empíricos sugerem que o processo de ensino e aprendizagem das ciências com recurso a trabalho prático pode ser eficaz em alcançar algumas das finalidades pretendidas para o ensino das ciências (Hodson, 1993; Hofstein & Kind, 2012; Hofstein & Lunetta, 2004; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007; Osborne, 2015). Destaca-se, por exemplo, que a realização de atividades práticas adequadas pode ajudar os alunos a aprenderem e/ou aplicarem o conhecimento científico e a desenvolverem capacidades de processos científicos. Podem também contribuir para o desenvolvimento de capacidades psicomotoras e ainda promover atitudes positivas dos alunos para com a ciência e a sua aprendizagem. Na presente investigação considera-se que o trabalho prático, nomeadamente o trabalho laboratorial investigativo, desempenha um importante papel no ensino das ciências.

O nível de complexidade do trabalho prático pode ser apreciado através do seu nível de exigência conceptual. No contexto da investigação que tem vindo a ser desenvolvida pelo Grupo ESSA, o conceito de exigência conceptual é definido como “o nível de complexidade em educação científica traduzido pela complexidade do conhecimento científico e pela força da fronteira das relações intradisciplinares entre conhecimentos distintos de uma dada disciplina científica e também pela complexidade das capacidades cognitivas” (Morais & Neves, 2012, p. 68).

Metodologia

A análise do currículo de Biologia e Geologia do ensino secundário centrou-se em dois documentos oficiais: os programas de Biologia e Geologia dos 10.º e 11.º anos (DES, 2001, 2003). As áreas da Biologia e Geologia, apesar de fazerem parte da mesma disciplina, são apresentadas no currículo como duas componentes distintas, existindo fortes fronteiras entre elas. Esse aspeto estrutural é reforçado pelo facto de o programa de cada uma das áreas ter sido elaborado por uma equipa

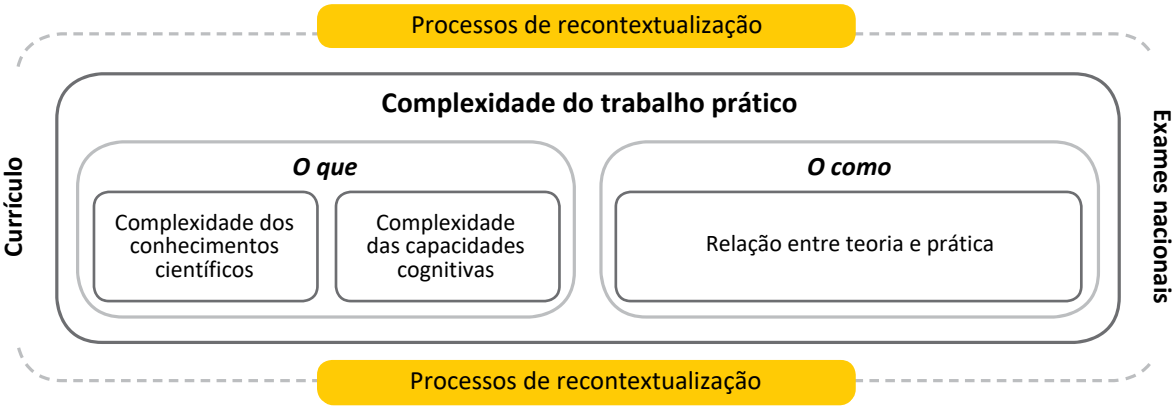
³ Grupo de investigação integrado na Unidade de Investigação, Desenvolvimento e Formação (UIDEF) do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, <<http://essa.ie.ul.pt>>.

diferente de autores. Por essa razão, as orientações específicas das duas componentes do currículo foram analisadas, para cada um dos anos de escolaridade, de um modo separado. O texto de ambos os programas foi segmentado em unidades de análise, consideradas como um excerto do texto, com um ou mais períodos que, no seu conjunto, tivesse um determinado significado semântico (Gall, Gall, & Borg, 2007). Na análise descrita neste artigo apenas foram consideradas as unidades de análise com uma referência específica a trabalho prático⁴.

No caso da avaliação externa da disciplina de Biologia e Geologia, a análise incidiu sobre os exames nacionais realizados entre 2006 e 2011, correspondendo a um total de 12 exames. Como o estudo está centrado na complexidade do trabalho prático, apenas foram consideradas para a análise as questões que apelavam a trabalho prático, ou seja, as questões que mobilizavam capacidades de processos científicos. Deste modo, foram selecionadas 38 questões. Cada uma destas questões, conjuntamente com a respetiva proposta de correção, correspondeu a uma unidade de análise.

De acordo com a perspetiva teórica da investigação, a análise do DPO veiculado no currículo e nos exames nacionais centrou-se em dimensões relacionadas com *o que* e *o como* do discurso pedagógico relativo à complexidade do trabalho prático no ensino das ciências (Figura 1), ou seja, relativo à exigência conceptual do trabalho prático. A análise de *o que* incidiu na caracterização da complexidade dos conhecimentos científicos e das capacidades cognitivas. Quanto ao *como* do DPO, analisaram-se as relações intradisciplinares, ou seja, as relações entre os diferentes conhecimentos de uma mesma disciplina e, neste caso particular, a análise esteve focada nas relações entre teoria e prática. As descontinuidades entre o currículo e os exames nacionais de Biologia e Geologia foram estudadas através dos processos de recontextualização que podem ter ocorrido entre a mensagem veiculada nesses documentos oficiais.

Figura 1. Esquema representativo das dimensões relacionadas com *o que* e *o como* analisadas no currículo e nos exames nacionais de Biologia e Geologia do ensino secundário.



De forma a caracterizar a mensagem subjacente a cada unidade de análise do currículo e dos exames nacionais, foram construídos e aplicados três instrumentos para a análise das dimensões de *o que* e de *o como* consideradas⁵. A construção dos instrumentos seguiu uma orientação metodológica mista (Creswell & Clark, 2011; Morais & Neves, 2007b; Teddlie & Tashakkori, 2009), recorrendo a abordagens qualitativas e quantitativas. Apresenta-se, de seguida, uma breve descrição desses instrumentos e do modo como foram aplicados na análise dos excertos do currículo e das questões dos exames nacionais.

Quanto à análise da complexidade dos conhecimentos científicos, foi construído um instrumento que teve em consideração a distinção entre factos, conceitos simples, conceitos complexos e temas unificadores/teorias. Considera-se que um facto é constituído a partir “de dados que resultam da observação” (Brandwein, Watson & Blackwood, 1958, p.111), correspondendo a uma situação muito concreta resultante de várias observações. Um conceito é uma “construção mental, um grupo de elementos ou atributos partilhados por certos objetos ou eventos” (Brandwein et al., 1980, p.12) e

⁴ Na investigação mais ampla (Ferreira, 2014), apesar do objeto de estudo estar centrado no trabalho prático, foi considerada a análise de todo o currículo, uma vez que se considerou que os conhecimentos científicos e as capacidades cognitivas presentes em todas as vertentes dos dois programas podem orientar os professores quanto ao trabalho prático a desenvolver na disciplina. Destacaram-se, no entanto, as unidades de análise com alguma referência específica a trabalho prático, o que possibilitou a comparação da sua mensagem com a mensagem do texto sem referência a trabalho prático.

⁵ Os instrumentos utilizados estão disponíveis para consulta em: <http://essa.ie.ul.pt/materiais_instrumentos_texto.htm>.

representa uma ideia resultante da associação de vários factos ou de outros conceitos. Os conceitos simples, de acordo com a definição de conceitos concretos proposta por Cantu e Herron (1978), são aqueles que apresentam um nível de abstração baixo, atributos definidores e exemplos observáveis. Os conceitos complexos equivalem aos conceitos abstratos preconizados por Cantu e Herron (1978) e são aqueles que não apresentam exemplos perceptíveis ou têm atributos definidores não perceptíveis nos exemplos. Os temas unificadores dizem respeito às ideias estruturantes, representando, em ciências, as generalizações acerca do mundo aceites pelos académicos de cada área disciplinar (Pella & Voelker, 1968). As teorias científicas, como a teoria celular e a teoria do eletromagnetismo, correspondem a explicações sobre uma ampla variedade de fenómenos relacionados e que já foram sujeitas a testagem significativa (Duschl et al., 2007).

O grau de complexidade dos conhecimentos científicos foi, assim, traduzido através de uma escala de quatro graus, em que o grau 1 corresponde a factos, o grau 2 integra conceitos simples, o grau 3 inclui a conceitos complexos e o grau 4 corresponde a temas unificadores e teorias. Esta dimensão de *o que* não está, assim, relacionada com a natureza dos assuntos científicos a serem aprendidos, mas com o nível conceptual a que esses assuntos podem ser aprendidos. A Tabela 1 apresenta um excerto deste instrumento e exemplos de unidades de análise em contextos de trabalho prático que ilustram diferentes graus de complexidade.

Tabela 1. Excerto do instrumento de caracterização da complexidade dos conhecimentos científicos e exemplos de unidades de análise

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
É referido conhecimento de baixo nível de complexidade, como factos.	É referido conhecimento de nível de complexidade superior ao do grau 1, como conceitos simples.	É referido conhecimento de nível de complexidade superior ao do grau 2, envolvendo conceitos complexos.	É referido conhecimento de nível de complexidade muito elevado, envolvendo temas unificadores e/ou teorias.
Unidades de análise:			
[1] Grau 1	Pesquisa de informação através da Internet, de jornais e de revistas sobre as consequências das referidas situações [ocupação antrópica da faixa litoral e de leitos de cheia e construção em zonas de vertente] para as populações. (<i>Programa de Geologia de 11.º ano, p.28</i>)		
[2] Grau 2	[...] 6. Quando exposta ao sol, a superfície da pelagem de <i>C. dromedarius</i> pode alcançar temperaturas superiores a 70 °C, enquanto ao nível da pele a temperatura corporal não ultrapassa os 40 °C. Explique, a partir dos dados fornecidos, de que modo a investigação realizada permitiu relacionar a adaptação a elevadas temperaturas com os níveis de transpiração apresentados por <i>C. dromedarius</i> . [...] (<i>Exame Nacional de 2009, 1.ª fase, Grupo II</i>)		
[3] Grau 3	[...] 6. Estudos genéticos em <i>Coccomyxa</i> sugerem que, uma vez estabelecida a relação endossimbiótica com <i>Ginkgo biloba</i> , a alga se transmitiu de geração em geração. Explique de que modo os resultados dos estudos efetuados permitem relacionar a transmissão da relação endossimbiótica, de geração em geração, com a forma como se iniciou esta relação. [...] (<i>Exame Nacional de 2009, 2.ª fase, Grupo IV</i>)		
[4] Grau 4	Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam, em oposição ao fixismo. (<i>Programa de Biologia de 11.º ano, p.11</i>)		

Fonte: Adaptado de Ferreira & Morais (2013, 2014)

O excerto [1] apela para factos relacionados com as consequências para as populações da ocupação antrópica da faixa litoral e de leitos de cheia e construção em zonas de vertente, pelo que foi classificado com o grau 1. No excerto [2], a questão do exame nacional e a respetiva proposta de correção envolvem conceitos simples relativos à termorregulação. Na questão apresentada no excerto [3] e na respetiva proposta de correção estão envolvidos conceitos complexos relativos à transmissão genética de uma relação endossimbiótica entre uma planta e uma alga verde. Se a questão apelasse ao estabelecimento de uma relação com o modelo endossimbiótico, o grau de complexidade aumentaria para o grau 4. O excerto [4] foca conhecimento de nível de complexidade elevado relativo à teoria da evolução.

O instrumento de análise da complexidade das capacidades cognitivas baseou-se na taxonomia proposta por Marzano e Kendall (2007, 2008) que apresenta quatro níveis para o sistema cognitivo: recuperação, compreensão, análise e utilização do conhecimento. A recuperação (primeiro nível do sistema cognitivo) envolve a ativação e transferência do conhecimento da memória permanente para a memória de trabalho e pode incluir, no domínio da informação, os processos de reconhecimento e de recordação. O processo de compreensão é responsável pela tradução do conhecimento para uma forma apropriada de armazenamento na memória permanente e envolve dois processos relacionados – a integração e a simbolização. O terceiro nível, a análise, envolve a produção de nova informação que o indivíduo pode elaborar na base do conhecimento que foi compreendido. O quarto, e mais complexo, nível do sistema cognitivo implica a utilização do conhecimento em situações concretas e envolve quatro categorias gerais: tomada de decisão, resolução de problemas, experimentação e investigação. Na Tabela 2 apresenta-se um excerto deste instrumento e exemplos de unidades de análise em contextos de trabalho prático que representam diferentes graus de complexidade.

Tabela 2. Excerto do instrumento de caracterização da complexidade das capacidades cognitivas e exemplos de unidades de análise

Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
São referidas capacidades cognitivas com um baixo nível de complexidade, envolvendo processos cognitivos de recuperação.	São referidas capacidades cognitivas com um nível de complexidade superior ao do grau 1, envolvendo processos cognitivos de compreensão.	São referidas capacidades cognitivas com um nível de complexidade superior ao do grau 2, envolvendo processos cognitivos de análise.	São referidas capacidades cognitivas com um nível de complexidade muito elevado, envolvendo processos cognitivos de utilização do conhecimento.
Unidades de análise:			
Grau 1	Não foram encontradas unidades de análise		
[5] Grau 2	[...] 3.2. Selecione a alternativa que completa corretamente a afirmação seguinte. Para que os resultados da experiência de Büchner possam provar que a ocorrência de fermentação está, de alguma forma, relacionada com a intervenção de seres vivos (ou seus derivados), seria necessária a introdução, no procedimento, de um dispositivo que contivesse... (A) ... leveduras numa solução açucarada. (B) ... extrato de levedura numa solução açucarada. (C) ... unicamente uma solução açucarada. (D) ... exclusivamente leveduras. (Exame Nacional de 2007, 2.ª fase, Grupo II)		
[6] Grau 3	Classificar as rochas com base em critérios genéticos e texturais. (Programa de Geologia de 11.º ano, p.17)		
[7] Grau 4	[...] 6. Alguns autores consideram Giardia um elo perdido na evolução entre células procarióticas e células eucarióticas, enquanto outros defendem que terá evoluído a partir de células eucarióticas mais complexas, por perda de determinados organitos. Apresente uma possível via de investigação que permitisse comprovar uma das hipóteses mencionadas e rejeitar a outra. [...] (Exame Nacional de 2006, 1.ª fase, Grupo III)1)		

Fonte: Adaptado de Ferreira & Morais (2013, 2014)

No excerto [5], a questão do exame nacional apela à mobilização de capacidades de processos científicos relacionadas com a identificação das características do grupo de controlo, associadas ao processo de compreensão. O objetivo do programa apresentado no excerto [6] envolve o processo mental de classificação, associado ao processo cognitivo de análise. O excerto [7] apela à planificação de atividades laboratoriais investigativas, relacionadas com o processo cognitivo de utilização de conhecimento.

No caso da análise da relação entre teoria e prática, o instrumento foi construído com base no grau de relação que se poderá estabelecer entre conhecimento declarativo (teoria) e conhecimento processual (prática). O conhecimento declarativo corresponde ao conhecimento de termos, factos, conceitos e teorias específicos de uma determinada disciplina

(Chi & Ohlsson, 2005; Marzano & Kendall, 2007). O conhecimento processual corresponde, não só ao conhecimento de como fazer algo, de técnicas e métodos específicos de uma determinada disciplina, mas também ao conhecimento dos processos científicos (Roberts, Gott & Glaesser, 2010).

Este instrumento possui uma escala de quatro graus de classificação (C⁻, C, C⁺, C⁺⁺). Para a definição empírica desses quatro graus da escala, partiu-se do significado teórico do conceito de classificação criado por Bernstein (1990, 2000), associado à visibilidade da fronteira entre os vários conhecimentos. Deste modo, o valor extremo da classificação mais fraca (C⁻) corresponde a uma integração/unificação da teoria e da prática, em que ambas têm igual estatuto, e o valor extremo de classificação mais forte (C⁺⁺) indica uma separação muito marcada entre a teoria e a prática. Na Tabela 3 apresenta-se um excerto deste instrumento e exemplos de unidades de análise em contextos de trabalho prático de diferentes graus de classificação.

Tabela 3. Excerto do instrumento de caracterização da relação entre teoria (conhecimento declarativo) e prática (conhecimento processual) e exemplos de unidades de análise

C ⁺⁺	C ⁺	C	C ⁻
É focado apenas conhecimento declarativo ou apenas conhecimento processual.	É focado quer conhecimento declarativo, quer conhecimento processual, mas não há o estabelecimento de uma relação entre eles.	É focada a relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual, mas centra-se em conhecimento declarativo.	É focada a relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual. Nesta relação, a teoria e a prática têm igual estatuto.
Unidades de análise:			
[8] C ⁺⁺	[...] 3. Selecione a alternativa que preenche os espaços na frase seguinte, de modo a obter uma afirmação correta. O estudo II permite concluir, pela quantificação das sementes produzidas, que o meio _____ selecionou plantas com _____ capacidade de dispersão. (A) urbano (...) maior (B) campestre (...) maior (C) urbano (...) menor (D) campestre (...) menor (Exame Nacional de 2008, 1.ª fase, Grupo IV)		
C ⁺	Não foram encontradas unidades de análise		
[9] C	A célula: A observação em laboratório de seres uni e multicelulares, recolhidos no campo, possibilitará a compreensão da célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos e facilitará a abordagem relativa aos seus constituintes básicos. (Programa de Biologia de 10.º ano, p.78)		
[10] C ⁻	Criar modelos e simular em laboratório situações de deslizamento de terrenos, tentando identificar os fatores que contribuem para a sua ocorrência. O professor deve chamar a atenção para as analogias entre o modelo e o processo geológico, realçando, no entanto, as variáveis envolvidas e as diferentes escalas de tempo e de espaço em que ocorrem os fenómenos. (Programa de Geologia de 10.º ano, p.48)		

Fonte: Adaptado de Ferreira & Morais (2013, 2014)

A questão de exame nacional apresentada no excerto [8] foca apenas conhecimento processual, associado ao conhecimento do processo científico de interpretação de dados experimentais simples, explorado no texto introdutório desse conjunto de questões. Os excertos [9] e [10] envolvem uma relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual, mas no primeiro é dado maior estatuto ao conhecimento declarativo sobre a célula e no segundo ambos os tipos de conhecimento têm igual estatuto.

Para uma melhor clarificação de como a mesma unidade de análise foi avaliada em termos das dimensões relacionadas com o *que* e o *como* do discurso pedagógico, apresenta-se um exemplo ilustrativo da análise efetuada:

[11] Montagem de dispositivos experimentais simples com seres aeróbios facultativos (p. ex. *Saccharomyces cerevisiae*) em meios nutritivos (p. ex. “massa de pão”, sumo de uva, solução aquosa de glicose...) com diferentes graus de aerobiose. Identificação com os alunos das variáveis a controlar e dos indicadores do processo em estudo (p. ex. presença/ausência de etanol). (*Programa de Biologia de 10.º ano, p.85*)

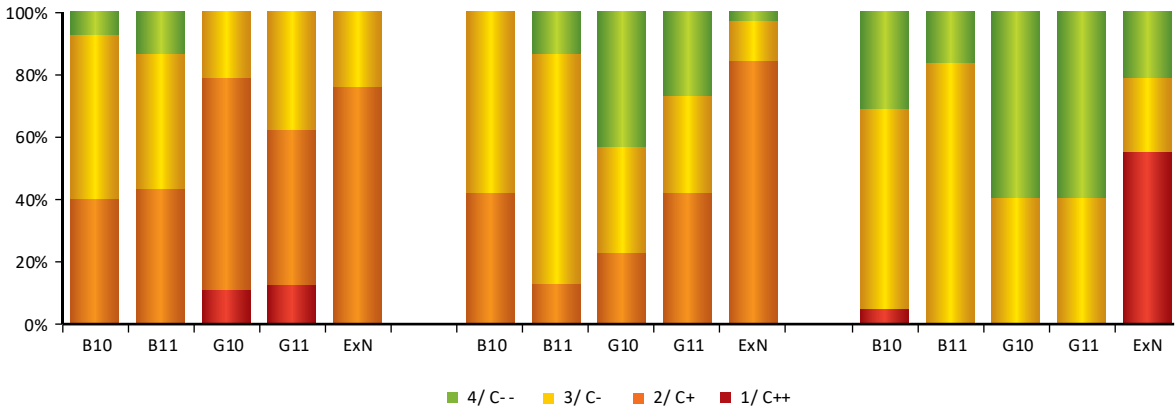
Relativamente ao *que* do DPO, esta unidade está centrada em uma atividade laboratorial que apela a conceitos simples, relacionados com a degradação da glicose na presença e na ausência de oxigénio (grau 2), e a capacidades cognitivas que envolvem o processo cognitivo de análise, uma vez que implica o controlo de variáveis (grau 3). Em relação ao *como* do DPO, esta unidade envolve uma relação entre conhecimento declarativo e processual, em que ambos têm igual estatuto (C⁻).

Resultados

O gráfico da Figura 2 sintetiza os resultados relativos à exigência conceptual do trabalho prático no currículo e nos exames nacionais de Biologia e Geologia, para as três dimensões analisadas. Estes resultados referem-se apenas às orientações específicas do currículo para as componentes de Biologia e de Geologia dos 10.º e 11.º anos de escolaridade e aos exames nacionais realizados entre 2006 e 2011.

Em relação à complexidade dos conhecimentos científicos, os dados da Figura 2 mostram que o conhecimento científico do trabalho prático em Biologia é mais complexo que o conhecimento científico em Geologia, nos dois anos de escolaridade. Na componente de Geologia, para além de não existirem excertos classificados com o grau 4, existem excertos classificados com o grau 1. Esta ausência do grau 4 (conhecimento científico de elevado nível de complexidade, como temas unificadores) pode comprometer a compreensão da estrutura hierárquica do conhecimento científico⁶ pelos alunos, quando estiverem a realizar atividades práticas. A maior complexidade do conhecimento do trabalho prático em Biologia deve-se ao seu foco na teoria celular e na teoria de evolução. No caso dos exames nacionais, verifica-se que as questões de trabalho prático avaliam conhecimentos científicos maioritariamente de grau 2, correspondentes a conceitos simples. Os graus 1 e 4 (factos e temas unificadores/teorias, respetivamente) estão ausentes nestes instrumentos de avaliação de trabalho prático.

Figura 2. Exigência conceptual do trabalho prático no currículo e nos exames nacionais de Biologia e Geologia no ensino secundário



Nota: B10 Biologia 10.º ano, B11 Biologia 11.º ano, G10 Geologia 10.º ano, G11 Geologia 11.º ano, ExN Exames nacionais.

⁶ Bernstein (1999) distingue duas formas de discurso – discurso vertical e discurso horizontal – e, dentro do discurso vertical, duas estruturas de conhecimento – estrutura hierárquica e estrutura horizontal. As ciências naturais são exemplo de um discurso vertical com estrutura hierárquica, uma vez que integram pro-posições e teorias que operam a níveis cada vez mais abstratos, de modo a explicar a uniformidade subjacente a diversos fenómenos aparentemente diferentes.

No que se refere à complexidade das capacidades cognitivas, comparando as componentes de Biologia e de Geologia, o gráfico da Figura 2 mostra que em Geologia predominam as capacidades cognitivas de maior nível de complexidade, evidenciada pela frequência de unidades classificadas com o grau 4. Essa elevada complexidade das capacidades cognitivas em Geologia está particularmente relacionada com a presença no currículo das seguintes capacidades: formulação de hipóteses, tomada de decisões e construção de modelos. Nos exames nacionais, as questões de trabalho prático avaliam capacidades cognitivas que implicam, sobretudo, o processo cognitivo de compreensão (grau 2).

Quanto à relação entre teoria e prática, os dados da Figura 2 evidenciam que na componente de Geologia do 10.º e 11.º anos prevalece o grau C⁻, ou seja, a maior parte das unidades sugerem uma relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual, tendo a teoria e a prática igual estatuto. Na componente de Biologia, a maioria dos excertos foi classificada com o grau C, isto é, os excertos refletem uma relação entre os dois tipos de conhecimento, mas em que o conhecimento declarativo tem maior estatuto. Nos exames nacionais predominam as questões de trabalho prático classificadas com o grau C⁺⁺ (55%). Essa classificação refere-se à segunda parte do descritor do respetivo instrumento (Tabela 3), ou seja, essas questões contemplam apenas conhecimento processual. O excerto [8], anteriormente apresentado, exemplifica esta situação, dado que essa questão pretende apenas avaliar o conhecimento relativo à interpretação de resultados de uma determinada investigação sem o relacionar com conhecimento declarativo.

Discussão e conclusão

No presente estudo procurou-se avaliar os processos de recontextualização que podem ter ocorrido entre as mensagens expressas no currículo de Biologia e Geologia e os exames nacionais desta disciplina, quanto à complexidade do trabalho prático. Os resultados evidenciam a ocorrência de descontinuidades entre a mensagem do currículo e a mensagem da avaliação externa.

Através da análise da complexidade dos conhecimentos científicos e das capacidades cognitivas e ainda da relação entre teoria e prática, foi possível apreciar o nível de exigência conceptual do trabalho prático veiculado no Discurso Pedagógico Oficial. O currículo de Biologia e Geologia, considerado no seu todo, evidenciou um nível relativamente elevado. Contudo, quando as componentes de Biologia e de Geologia foram analisadas de forma separada, constatou-se que a componente de Biologia apresentou um nível mais elevado de exigência conceptual do que a componente de Geologia.

Verificou-se, assim, que no interior do próprio currículo também ocorrem processos de recontextualização entre as mensagens sobre trabalho prático em Biologia e em Geologia, consideradas como duas componentes separadas do mesmo currículo. Uma possível explicação para essas descontinuidades diz respeito à seleção do Ministério da Educação de diferentes equipas de autores para a construção do currículo de cada uma das áreas curriculares. Cada equipa de autores pareceu valorizar diferentes dimensões de *o que* e de *o como* do discurso pedagógico. Algumas dessas diferenças também podem estar relacionadas com o facto de Biologia e Geologia, apesar de em Portugal fazerem parte da mesma disciplina, serem áreas curriculares epistemologicamente distintas.

No caso da avaliação externa, o nível de exigência conceptual do trabalho prático é menor que o do currículo, nomeadamente em relação à componente de Biologia (a mais valorizada nos exames nacionais⁷).

Relativamente à complexidade dos conhecimentos científicos, a avaliação externa do trabalho prático de Biologia e Geologia valoriza maioritariamente conceitos simples. Deste modo, parece haver uma descontinuidade com a mensagem do currículo quanto ao trabalho prático, uma vez que a componente de Biologia do currículo dá mais ênfase aos conhecimentos científicos complexos (conceitos complexos e temas unificadores/teorias). Se se considerar que a educação científica deve refletir a estrutura do conhecimento científico, então ela deverá conduzir à compreensão de conceitos e de grandes ideias, através de um equilíbrio entre conhecimentos de níveis distintos de complexidade (Morais & Neves, 2012). Este aspeto é também evidenciado por Bybee e Scotter (2007), apresentando-o como um princípio para a elaboração de um eficiente currículo de ciências.

Quanto à complexidade das capacidades cognitivas, a avaliação externa atribui maior destaque às capacidades simples, sobretudo às que implicam o processo de compreensão. À semelhança dos conhecimentos científicos, também neste caso,

⁷ O estudo mais abrangente (Ferreira & Moraes, 2013) evidenciou a maior representatividade da componente de Biologia nos exames nacionais em relação à componente de Geologia (cerca de 84% do total de questões de avaliação de trabalho prático).

há um desfasamento em relação à mensagem da componente de Biologia do currículo, na qual predominam as capacidades complexas, principalmente as associadas ao processo cognitivo de análise. Considera-se que a situação que melhor representa uma eficiente aprendizagem científica, quando se implementa trabalho prático, é aquela que pressupõe a existência de um equilíbrio no desenvolvimento de capacidades cognitivas complexas e de capacidades simples. Deste modo, apenas quando os alunos desenvolvem capacidades simples, como a memorização de determinados factos e conceitos, podem simultaneamente desenvolver capacidades complexas, como a aplicação desses conceitos a novas situações (Geake, 2009).

No caso da relação entre teoria e prática, também se verifica uma desvalorização dessa relação quando se passa do currículo de Biologia e Geologia para os exames nacionais. Assim, por exemplo, no caso da componente de Biologia do currículo, em que predomina uma relação entre teoria e prática, na avaliação externa metade das questões de trabalho prático contemplam apenas conhecimento processual, sem o relacionarem com o conhecimento declarativo. Pode assim verificar-se que a avaliação externa do trabalho prático vem reforçar resultados de estudos de diversos autores (ex., Abrahams & Millar, 2008; Seixas, 2007), em que se constata que os professores, quando implementam atividades práticas, sobretudo laboratoriais, tendem a separar a teoria e a prática.

Neste estudo, considera-se que a situação desejável para a ocorrência de relações entre teoria e prática é aquela em que há um predomínio das relações entre estes dois tipos de conhecimento, sendo conferido ao conhecimento declarativo maior estatuto nessa relação. Considera-se que esta situação é aquela que melhor representa uma aprendizagem científica significativa consolidada pela compreensão e aplicação de conhecimentos de processos científicos. A componente de Biologia, nos 10.º e 11.º anos, está mais próxima desta situação.

Perante estes resultados, pode afirmar-se que a avaliação externa apresenta um baixo nível de exigência conceptual, evidenciando processos de recontextualização no sentido de diminuir o nível do currículo de Biologia e Geologia. Estes resultados são preocupantes na medida em que é a avaliação externa, e não o currículo, que tende a condicionar a prática do professor, de tal modo que o que não é objeto de avaliação externa tende a ser ignorado na prática pedagógica (ex., Britton & Schneider, 2007). O estudo de Saldanha e Neves (2007), realizado no âmbito da reforma anterior (planos de estudo criados pelo Decreto-Lei n.º 286/89), já revelava que o nível de exigência conceptual expresso no currículo é mais elevado do que aquele que é requerido no exame e que é o exame que dita fundamentalmente as regras que orientam a recontextualização expressa nas práticas dos professores, no sentido de uma diminuição do nível de exigência conceptual ao longo do ensino secundário.

O presente estudo aponta para a necessidade de repensar a avaliação externa de Biologia e Geologia de modo a haver uma coerência horizontal entre o currículo, a prática pedagógica e a avaliação. Tal como referem Wilson e Bertenthal (2006), “para desempenhar bem a sua função, a avaliação deve estar fortemente ligada ao currículo e à instrução para que os três elementos estejam direcionados para os mesmos objetivos” (p. 4).

Agradecimentos

As autoras agradecem a Isabel Neves pelo seu contributo na análise do currículo e das fichas de avaliação externa e na revisão do artigo. Este estudo foi parcialmente financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BD/68346/2010).

Referências Bibliográficas

- Abrahams, I., & Millar, R.** (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Bernstein, B.** (1990). *Class, codes and control: Volume IV, The structuring of pedagogic discourse*. London: Routledge.
- Bernstein, B.** (1999). Vertical and horizontal discourse: An essay. *British Journal of Sociology of Education*, 20(2), 157-173.
- Bernstein, B.** (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique (rev. ed.)*. Londres: Rowman & Littlefield.
- Brandwein, P., Watson, F., & Blackwood, P.** (1958). *Teaching high school science: A book of methods*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Brandwein, P., Cooper, E., Blackwood, P., Cottom-Winslow, M., Boesch, J., Giddings, M., Romero, F., & Carin, A.** (1980). *Concepts in science – Teacher's edition*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Britton, E. D., & Schneider, S. A.** (2007). Large-scale assessments in science education. In N. Lederman & S. Abel (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp.1007-1040). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bybee, R. W., & Scotter, P.** (2007). Reinventing the science curriculum. *Educational Leadership*, 64(4), 43-47.
- Cantu, L. L., & Herron, J. D.** (1978). Concrete and formal Piagetian stages and science concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(2), 135-143.
- Chi, M., & Ohlsson, S.** (2005). Complex declarative learning. In K. J. Holyoak & R. G. Morrisin (Eds.), *Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 371-399). New York: Cambridge University Press.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P.** (2011). *Designing and conduction mixed methods research* (2.^a ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- DES** (Departamento do Ensino Secundário). (2001). *Programa de Biologia e Geologia – 10.º ou 11.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DES** (Departamento do Ensino Secundário). (2003). *Programa de Biologia e Geologia – 11.º ou 12.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse, A.** (Ed.) (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grade K-8*. Washington: National Academies Press.
- Ferreira, S.** (2014). *Trabalho prático em Biologia e Geologia no ensino secundário: Estudo dos documentos oficiais e suas recontextualizações nas práticas dos professores*. Tese de doutoramento, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Ferreira, S., & Morais, A.** (2013). Exigência conceptual do trabalho prático nos exames nacionais: Uma abordagem metodológica. *Olhar de Professor*, 16(1), 149-172.
- Ferreira, S., & Morais, A. M.** (2014). Conceptual demand of practical work in science curricula: A methodological approach. *Research in Science Education*, 44(1), 53-80.
- Gall, M., Gall, J., & Borg, W.** (2007). *Educational research: An introduction* (8.^a ed.). Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
- Geake, J.** (2009). *The brain at school: Educational neuroscience in the classroom*. Berkshire, UK: Open University Press.
- Hamilton, L.** (2003). Assessment as a policy tool. *Review of Research in Education*, 27, 25-68.

Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22(1), 85-142.

Hofstein, A., & Kind, P. M. (2012). Learning in and from science laboratories. In J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp.189-207). New York: Springer.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.

Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In N. Lederman & S. Abel (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp.393-441). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2007). *The new taxonomy of educational objectives* (2.^a ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2008). *Designing & assessing educational objectives: Applying the new taxonomy*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Morais, A. M., & Neves, I. P. (2007a). A teoria de Basil Bernstein: Alguns aspectos fundamentais. *Práxis Educativa*, 2(2), 115-130.

Morais, A. M., & Neves, I. P. (2007b). Fazer investigação usando uma abordagem metodológica mista. *Revista Portuguesa de Educação*, 20(2), 75-104.

Morais, A. M., & Neves, I. P. (2012). Estruturas de conhecimento e exigência conceptual na educação em ciências. *Educação, Sociedade & Culturas*, 37, 63-88.

Osborne, J. (2015). Practical work in science: misunderstood and badly used? *School Science Review*, 96(357), 16-24.

Pella, M., & Voelker, A. (1968). Teaching the concepts of physical and chemical change to elementary school children. *Journal of Research in Science Teaching*, 5(4), 311-323.

Roberts, R., Gott, R., & Glaesser, J. (2010). Students' approaches to open-ended science investigation: The importance of substantive and procedural understanding. *Research Papers in Education*, 25(4), 377-407.

Saldanha, A., & Neves, I. P. (2007). Influência dos exames na recontextualização dos programas: Um estudo centrado na Biologia do ensino secundário. *Revista de Educação*, XV(1), 47-65.

Seixas, P. (2007). *Relação teoria-prática nas aulas de biologia e geologia do 10º ano de escolaridade: Um estudo no contexto da actual reforma curricular*. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Wilson, M., & Bertenthal, M. (Eds.) (2006). *Systems for state science assessment*. Washington, DC: National Academies Press.