

ESTRUTURAS DE CONHECIMENTO E EXIGÊNCIA CONCEPTUAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Ana Maria Morais* & Isabel Pestana Neves*

O estudo investiga o nível a que as estruturas hierárquicas de conhecimento, perspectivadas em termos do conceito de exigência conceptual, estão presentes em textos e contextos de educação científica. Teoricamente, o artigo discute o significado sociológico da exigência conceptual em ensino das ciências, recorrendo à teorização de Bernstein (1999) sobre estruturas hierárquicas de conhecimento. Empiricamente, o artigo descreve a linguagem externa de descrição que foi desenvolvida para analisar a exigência conceptual de textos e contextos na educação em ciências e a sua relação com a aprendizagem científica dos alunos. Estes resultados são discutidos em termos do seu significado sociológico.

Palavras-chave: estruturas de conhecimento, educação em ciências, exigência conceptual, textos e contextos pedagógicos, aprendizagem científica

Introdução

A ideia de que a educação científica deve ter em consideração a natureza do conhecimento científico e a convicção de que aquela educação deve promover a aprendizagem científica de todos os alunos são ideias apoiadas por académicos que trabalham no âmbito de esquemas teóricos baseados em perspectivas epistemológicas e sociológicas. A educação científica refere-se a conhecimento científico e, de acordo com a conceptualização de Bernstein (1999), o conhecimento científico é um discurso vertical com uma estrutura hierárquica. Também de acordo com Bernstein, o ensino da ciência pode ser considerado como um discurso com uma

* Instituto de Educação, Universidade de Lisboa (Lisboa/Portugal).

estrutura horizontal e, como tal, podem coexistir perspectivas distintas sobre o que pode ser considerado como um ensino da ciência que seja eficiente para *todos* os alunos.

O nível de complexidade do conhecimento científico presente em textos educacionais pode ser perspectivado em termos do conceito de exigência conceptual. Neste artigo, a exigência conceptual é explorada de um ponto de vista teórico e empírico. Segundo uma perspectiva teórica, o artigo discute o significado sociológico de exigência conceptual em educação científica, recorrendo à teorização de Bernstein (*ibidem*) sobre discursos verticais e estruturas de conhecimento. Também, segundo uma perspectiva teórica, o artigo usa o modelo do discurso pedagógico de Bernstein, para relacionar a exigência conceptual com *o que* e *o como* do processo de ensino-aprendizagem.

Segundo uma perspectiva empírica, o artigo descreve a linguagem externa de descrição que tem sido desenvolvida para analisar a exigência conceptual a vários níveis do sistema educativo – currículos, manuais escolares, práticas pedagógicas. O artigo apresenta também alguns resultados de estudos que têm investigado o nível de exigência conceptual do discurso pedagógico presente em textos monológicos (currículos e manuais escolares) e dialógicos (práticas pedagógicas), isto é, o nível em que é ensinada/aprendida a estrutura hierárquica do conhecimento científico. Também apresenta resultados da relação entre o nível de exigência conceptual de textos científicos e a aprendizagem científica dos alunos.

Enquanto apresentando resultados de estudos sobre a exigência conceptual e sua relação com a aprendizagem científica dos alunos, o artigo pretende discutir a ideia de que diferentes níveis de exigência conceptual em educação científica podem corresponder a diferentes níveis do discurso vertical que caracteriza a transmissão-aquisição do conhecimento científico. Também pretende discutir a ideia de que o acesso de *todos* os alunos à estrutura hierárquica que caracteriza o conhecimento científico pressupõe um posicionamento sociológico e pedagógico sobre o significado de *ciência para todos*.

Enquadramento teórico

Discursos verticais e estruturas de conhecimento¹

Em desenvolvimentos mais recentes da sua teoria, Bernstein (1999) centra-se nas *formas* dos discursos (isto é, nos princípios internos da sua construção e na sua base social) que são sujeitos à transformação pedagógica.

¹ Este texto é parte de um artigo publicado em Morais e Neves (2007a).

Bernstein parte da distinção entre *discurso horizontal* e *discurso vertical* e considera, como critérios para a sua definição, as diferentes «formas de conhecimento» que são realizadas nos dois discursos. O *discurso horizontal* corresponde a uma forma de conhecimento que é segmentadamente organizado e diferenciado. Usualmente conotado como conhecimento do dia a dia ou do senso comum, tende a ser um discurso oral, local, dependente e específico do contexto, tácito e multiestratificado. O *discurso vertical*, referido como conhecimento acadêmico ou oficial, pode apresentar quer a forma de uma estrutura hierarquicamente organizada (como é o caso das ciências naturais), quer a forma de uma série de linguagens (como é o caso das ciências sociais e humanidades). De acordo com esta teorização de Bernstein (*ibidem*), a distinção entre discurso horizontal e discurso vertical tem expressão, no contexto da educação formal, na distinção que usualmente se faz entre discurso não-acadêmico e discurso acadêmico, entre conhecimento local e conhecimento oficial, sendo os dois discursos ideologicamente posicionados e diferentemente avaliados.

Bernstein defende que, dada a natureza distinta dos discursos horizontal e vertical, a forma tomada pela pedagogia, e consequentemente o modo de aquisição desses discursos, assume características distintas. No caso do discurso horizontal, o conhecimento a ser adquirido é relacionado não pela integração dos seus significados através de um determinado princípio coordenador, mas através de relações funcionais de segmentos ou contextos da vida do dia a dia. Isto significa que o que é adquirido, e a forma como é adquirido, num segmento ou contexto, pode não ter qualquer relação com o que é adquirido ou como é adquirido noutro segmento ou contexto (por exemplo, aprender a apertar os sapatos não tem qualquer relação com aprender a comer à mesa de forma correta). Além disso, a prática pedagógica do discurso horizontal também pode variar de acordo com os segmentos e, dependendo dos grupos/classes sociais, segmentos semelhantes podem diferir na modalidade de código que regula a aquisição. A ênfase desta pedagogia segmentada do discurso horizontal recai, em geral, na aquisição de uma competência comum e não num desempenho graduado.

Bernstein (1999) distingue duas modalidades de conhecimento dentro do discurso vertical – *estruturas hierárquicas* de conhecimento e *estruturas horizontais* de conhecimento. As estruturas hierárquicas de conhecimento (como é o caso das ciências naturais) correspondem a formas de conhecimento que se caracterizam por integrar proposições e teorias que operam a níveis cada vez mais abstratos, no sentido de explicar a uniformidade subjacente a uma gama extensa de fenómenos aparentemente distintos. As estruturas horizontais de conhecimento (como é o caso das ciências sociais e das humanidades) são caracterizadas por uma série de linguagens especializadas com os seus modos especializados de questionamento e com critérios especializados para a produção e circulação de textos. Enquanto nas estruturas hierárqui-

cas de conhecimento existe uma integração da linguagem, nas estruturas horizontais de conhecimento existe uma acumulação de linguagens.

Se tomarmos a biologia como um exemplo de conhecimento de estrutura hierárquica (Moraes & Neves, 2007a), pode dizer-se que a teoria da evolução ou a teoria celular contém princípios que integram e unificam ideias relacionadas com um conjunto de fenómenos biológicos e que o desenvolvimento destas teorias resulta de uma conceptualização cada vez mais abrangente de teorias anteriores sobre os mesmos fenómenos. O desenvolvimento de uma linguagem conceptual em biologia, como em qualquer conhecimento de estrutura hierárquica, pode implicar a refutação de proposições anteriores ou a incorporação de proposições anteriores em proposições mais gerais, mas, em qualquer dos casos, corresponde a um desenvolvimento que se processa segundo uma estrutura hierarquizada. Se tomarmos a sociologia como um exemplo de conhecimento de estrutura horizontal, pode dizer-se que o funcionalismo, o pós-estruturalismo, o pós-modernismo, etc., correspondem a linguagens diferentes dentro desta área do conhecimento que não são transmutáveis, dado que cada uma delas parte de pressupostos diferentes e muitas vezes opostos. Assim, enquanto o desenvolvimento das estruturas hierárquicas de conhecimento corresponde ao desenvolvimento de teorias sucessivamente mais gerais e integradoras, o desenvolvimento das estruturas horizontais de conhecimento corresponde à introdução de uma nova linguagem, com um novo conjunto de questões e de relações, aparentemente com uma nova problemática e com um novo conjunto de teóricos/defensores (Bernstein, 1999).

Ainda de acordo com Bernstein (*ibidem*), as estruturas horizontais de conhecimento podem tomar duas formas: conhecimento com uma linguagem interna de descrição de *gramáticas fortes* (como, por exemplo, a economia, a matemática, a linguística e algumas áreas da psicologia) e conhecimento com uma linguagem interna de descrição de *gramáticas fracas* (como, por exemplo, a sociologia, a antropologia social e os estudos culturais). Esta diferença traduz-se no facto de a primeira possuir uma sintaxe conceptual explícita que tem a capacidade de gerar descrições empíricas relativamente precisas e/ou a construção de modelos formais de relações empíricas. Outro aspeto que, segundo Bernstein, distingue as estruturas horizontais de conhecimento diz respeito ao número de linguagens internas que caracterizam estas estruturas, sendo menor no caso de estruturas de conhecimento com gramáticas fortes. Tal significa dizer que existem menos linguagens paralelas em áreas do conhecimento caracterizadas por estruturas horizontais com gramáticas fortes (como é, por exemplo, o caso da economia) do que em áreas do conhecimento caracterizadas por estruturas horizontais com gramáticas fracas (como é, por exemplo, o caso da sociologia).

Ao considerar esta distinção, Bernstein pretende pôr em evidência os princípios internos da construção de áreas distintas do conhecimento académico que são sujeitas à transformação

pedagógica e chamar a atenção para os problemas de aquisição das diferentes formas de conhecimento. Refere que, dentro das estruturas hierárquicas de conhecimento, não se coloca, por exemplo, ao adquiridor, o problema de saber se está a falar ou a escrever sobre física, mas o problema do uso correto da física. E acrescenta que, como esta forma de conhecimento é caracterizada por uma gramática forte, essa gramática torna visível o assunto de que trata e, para o adquiridor, a passagem de uma teoria para outra não indica uma quebra na linguagem, mas simplesmente uma extensão do poder explicativo e descritivo da linguagem.

Um aspeto interessante que ressalta da conceptualização anterior sobre a diferença entre estruturas hierárquicas e horizontais de conhecimento (Morais, 2002) tem a ver com a forma como são socializados os professores das áreas de conhecimento científico. Se as ciências experimentais (onde se incluem teorias do campo científico como, por exemplo, da biologia e da física) são caracterizadas por estruturas hierárquicas de conhecimento e as ciências sociais (onde se incluem teorias do campo educacional como, por exemplo, da psicologia e da sociologia da educação) são caracterizadas por estruturas horizontais de conhecimento, pode dizer-se que *o que* a ser ensinado em aulas de ciências (isto é, os conhecimentos científicos a serem apreendidos) é bastante diferente, na sua estrutura, de *o como* se ensina (forma como esses conhecimentos podem ser transmitidos-adquiridos). Os professores e educadores de ciências, que são primariamente socializados dentro de estruturas hierárquicas específicas de conhecimento, encontram frequentemente dificuldade em aceitar conhecimentos caracterizados por linguagens paralelas. Aquela socialização primária prepara os professores e educadores de ciências para *o que* do ensino e da aprendizagem. Contudo, *o como* do ensino e da aprendizagem requer dos professores um processo posterior de socialização dentro de estruturas horizontais do conhecimento. Para conciliar estes dois processos de socialização, os professores têm de dar um «grande salto», especialmente quando passam de estruturas hierárquicas de conhecimento para estruturas horizontais de conhecimento caracterizadas por gramáticas fracas.

Exigência conceptual

O conceito de exigência conceptual foi inicialmente usado por Moraes (Domingos, 1987; Moraes, 1991) para se referir à complexidade do processo de ensino-aprendizagem em termos de capacidades científicas. O nível mais baixo de exigência conceptual estava associado a capacidades que requerem um baixo nível de complexidade (memorização e compreensão a nível simples). O nível mais elevado de exigência conceptual estava associado a capacidades que requerem um elevado nível de complexidade (compreensão a nível elevado, análise e uti-

lização do conhecimento). Posteriormente, na sequência do trabalho conjunto desenvolvido por Moraes e Neves (e.g., Pires, Moraes, & Neves, 2004), o conceito evoluiu para integrar não só a complexidade das capacidades cognitivas como a complexidade do conhecimento científico e, mais recentemente (e.g., Calado, Neves, & Moraes, no prelo; Ferreira & Moraes, 2012a, 2012b), para integrar as relações intradisciplinares, isto é, para considerar também a força das fronteiras entre conhecimentos distintos dentro de uma dada disciplina. Os estudos descritos neste artigo usam esta perspetiva mais recente do conceito de exigência conceptual. A exigência conceptual é, assim, definida 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.

A complexidade do conhecimento científico é baseada na distinção entre factos, factos generalizados, conceitos simples, conceitos complexos e temas unificadores/teorias. Um facto é um «dado que resulta da observação» (Brandwein, Watson, & Blackwood, 1958: 111) e corresponde a situações muito concretas que resultam de várias observações. Factos generalizados são o resultado da relação de vários factos do mesmo tipo. Este tipo de conhecimento corresponde a um conhecimento de baixo nível de abstração. Um conceito é uma «construção mental»; é um agrupamento de elementos ou atributos comuns partilhados por certos objetos e eventos (Brandwein et al., 1980: 12) e representa uma ideia que surge da combinação de vários factos ou outros conceitos. A categorização de conceitos é o resultado da posição hierárquica de níveis distintos de abstração e complexidade, em que os conceitos mais abstratos e mais complexos correspondem a temas unificadores e a teorias. Os conceitos simples correspondem aos conceitos concretos propostos por Cantu e Herron (1978), os quais se caracterizam por ter um baixo nível de abstração, atributos definidores e exemplos que são observáveis, como é o caso dos conceitos de árvore e de inseto ao nível mais baixo de compreensão. Os conceitos complexos correspondem aos conceitos abstratos propostos por Cantu e Herron (*ibidem*) e «são aqueles que não têm exemplos perceptíveis ou atributos definidores que não são perceptíveis» (p. 135), como os conceitos de densidade e de eletrão. A compreensão de conceitos complexos envolve a compreensão de conceitos simples e de factos. Os temas unificadores são ideias estruturantes e correspondem, em ciências, às generalizações sobre o mundo que são aceites pelos académicos em cada área específica (Pella & Voelker, 1968). As teorias científicas correspondem a explicações sobre uma ampla variedade de fenómenos relacionados (Hickman, Roberts, & Larson, 1995). Considerando que a estrutura hierárquica do conhecimento científico é caracterizada por proposições integradoras que operam a níveis crescentes de abstração, o desenvolvimento de uma teoria requer uma nova teoria que é mais geral e mais inclusiva que a teoria anterior (Bernstein, 1999). Se se considerar que a educação científica deverá

refletir a estrutura do conhecimento científico, então ela deverá conduzir à compreensão de conceitos e ideias amplas, embora essa compreensão requeira um equilíbrio entre conhecimentos de níveis distintos de complexidade.

As relações intradisciplinares entre diferentes conhecimentos são vistas como relações entre discursos. De acordo com a teoria do discurso pedagógico de Bernstein (1990), estas relações podem ser analisadas em termos da força das fronteiras entre discursos. Neste caso particular, a intradisciplinaridade é analisada em termos da força das fronteiras entre conhecimentos distintos dentro de uma determinada disciplina. Fronteiras marcadas correspondem a uma situação em que não existe relação entre conhecimentos distintos e fronteiras esbatidas correspondem a uma situação em que existe uma forte relação entre conhecimentos distintos. Ao promover relações intradisciplinares, o processo de ensino-aprendizagem pode conduzir à compreensão de conceitos de ordem elevada, com maior poder de descrição, explicação, previsão e transferência (Morais, 2002). As relações intradisciplinares no contexto da aprendizagem científica têm sido definidas, nos estudos desenvolvidos, como relações entre conhecimentos científicos distintos, quer do mesmo nível ou de diferentes níveis de complexidade, e quer dentro da mesma unidade de ensino ou de diferentes unidades de ensino (e.g., Calado & Neves, 2012), ou mesmo como relações entre o conhecimento declarativo (teoria) e o conhecimento processual (prática) dentro de um determinado conhecimento científico (e.g., Ferreira & Moraes, 2012a, 2012b). Estas relações podem variar entre muito acentuadas a muito débeis, isto é, com fronteiras muito esbatidas (classificação fraca) ou com fronteiras muito marcadas (classificação forte).

O nível de exigência conceptual depende também da complexidade das capacidades cognitivas que estão envolvidas no processo de ensino-aprendizagem. As capacidades cognitivas são consideradas como processos mentais que podem ter diferentes níveis de complexidade, dependendo dos passos envolvidos (Marzano & Kendall, 2007). A categorização das capacidades cognitivas tem sido apresentada sob a forma de taxonomias, de que são exemplos a versão revista da Taxonomia de Objectivos Educacionais de Bloom (Krathwohl, 2002)² e a taxonomia

² A taxonomia revista de Bloom contém seis níveis de complexidade dos processos cognitivos: memorização, compreensão, aplicação, análise, avaliação, criação. Nos estudos em que se usou esta taxonomia, os dois primeiros níveis referem-se ao que se designou por capacidades simples e cobrem processos psicológicos, como a memorização e a compreensão ao nível mais elementar. Os dois últimos níveis referem-se a capacidades que envolvem um nível de complexidade superior ao das capacidades simples, como o nível mais elevado da compreensão e também a aplicação, a análise, a avaliação e a criação. Dentro das capacidades simples, consideraram-se ainda dois níveis de complexidade: as capacidades que envolvem o nível mais baixo de complexidade, referindo-se à recuperação de conhecimento relevante de memória de longo termo, como é o caso de recordar/lembrar; e as capacidades que implicam um nível mais elevado de complexidade como é o caso da compreensão ao nível da exemplificação. Dentro das capacidades complexas, também se consideraram dois níveis de complexidade: as capacidades que envolvem a compreensão ao nível mais

criada por Marzano e Kendall (2008)³. A aprendizagem das ciências não deve ser limitada a capacidades simples (como a memorização), devendo incluir também capacidades complexas (como a compreensão, a aplicação e a avaliação). O desenvolvimento de capacidades complexas, importante em si mesmo, é crucial para a aprendizagem de conhecimento científico de nível elevado. Sempre que estejam simultaneamente presentes no processo de ensino-aprendizagem, podem contribuir para um efetivo desenvolvimento cognitivo. Por exemplo, a aplicação de um dado conceito complexo envolve um nível mais elevado de exigência conceptual do que a compreensão do mesmo conceito. Sempre que é posto em prática um elevado nível de exigência conceptual, tal pode conduzir ao que Vygotsky (1978) designa por desenvolvimento de processos mentais superiores.

Considerando o modelo do discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000), a exigência conceptual da educação científica inclui aspetos relacionados com *o que* (capacidades e conhecimentos) e com *o como* (relações intradisciplinares) do discurso pedagógico. Considerando ainda a teorização de Bernstein sobre as estruturas de conhecimento (1999), pode defender-se que uma compreensão significativa do conhecimento científico, por parte dos alunos, requer elevados níveis de complexidade e abstração inerentes à estrutura hierárquica daquele conhecimento. Isto significa dizer que a exigência conceptual da educação científica deve ser elevada e deve ser elevada para *todos* os alunos. Por essa razão, a exigência conceptual da educação científica pode ser problematizada em função de pressupostos de natureza sociológica (Pires et al., 2004).

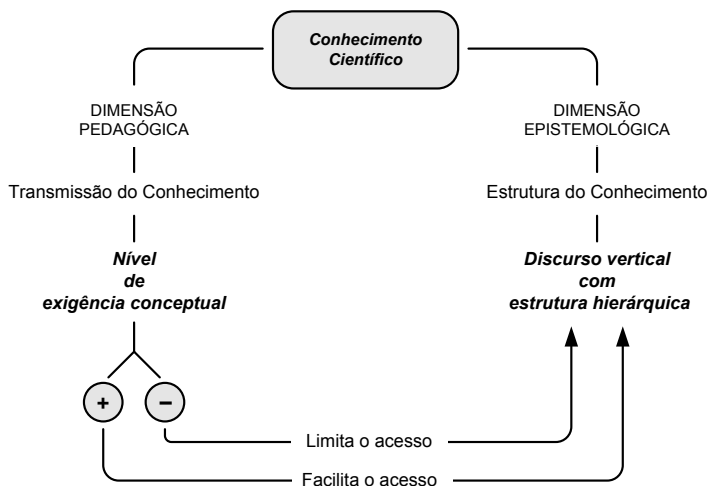
De acordo com este enquadramento teórico, apresentam-se no diagrama da Figura 1 as relações que serão discutidas neste artigo.

elevado, como é o caso da inferência ou da explicação, e os processos cognitivos de aplicação; e as capacidades que envolvem o nível mais elevado de complexidade, incluindo processos cognitivos que vão desde a análise e a avaliação até à criação.

³ A taxonomia de Marzano contém quatro níveis para o sistema cognitivo: recuperação, compreensão, análise, utilização do conhecimento. A recuperação (primeiro nível do sistema cognitivo) envolve a ativação e transferência do conhecimento da memória permanente para a memória em ação e é uma matéria de reconhecimento ou 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.

FIGURA 1

Exigência conceitual e estrutura do conhecimento no contexto educacional das ciências



Estudos exemplares

Nota introdutória

Nos estudos apresentados neste artigo seguiu-se uma metodologia mista de investigação (Creswell, 2003; Morais & Neves, 2007b; Tashakkori & Teddlie, 1998), que conjuga aspetos associados às abordagens quantitativas e às abordagens qualitativas. Seguiu-se uma abordagem quantitativa quando, por exemplo, na análise de textos e de contextos educacionais, se definiram previamente as várias categorias e indicadores tendo como base a teoria. Seguiu-se uma abordagem qualitativa sempre que se recorreu aos dados empíricos para contribuir para a definição dessas categorias e indicadores.

De acordo com esta metodologia, usou-se uma linguagem externa de descrição em que o teórico e o empírico mantêm entre si uma relação dialética (Bernstein, 2000). Nesta perspetiva, rejeita-se não só a análise empírica que não assente numa base teórica mas também o uso de uma teoria que não permita a sua transformação com base no empírico. (Morais & Neves, 2007b: 78)

De forma a analisar o nível de exigência conceitual em textos educacionais, construíram-se, pilotaram-se e aplicaram-se instrumentos para cada uma das dimensões seleccionadas da

exigência conceptual – complexidade do conhecimento científico, relações intradisciplinares entre conhecimentos distintos e complexidade das capacidades cognitivas. Embora diferindo em função da especificidade dos textos analisados, os instrumentos apresentam uma estrutura semelhante. Todos contêm indicadores e descritores definidos consoante o caráter monológico ou dialógico do texto educacional em análise.

Exigência conceptual de textos educacionais

As análises da exigência conceptual de textos educacionais monológicos (currículos e manuais escolares) e dialógicos (práticas pedagógicas) tiveram como foco currículos de ciências de vários níveis de escolaridade – 1º ciclo do ensino básico (CEB) (e.g., Silva, Moraes, & Neves, no prelo a, no prelo b), 3º CEB (e.g., Alves, 2007; Alves & Moraes, no prelo; Calado & Neves, 2012; Calado et al., no prelo; Ferreira, 2007) e ensino secundário (Ferreira & Moraes, 2012a, 2012b).

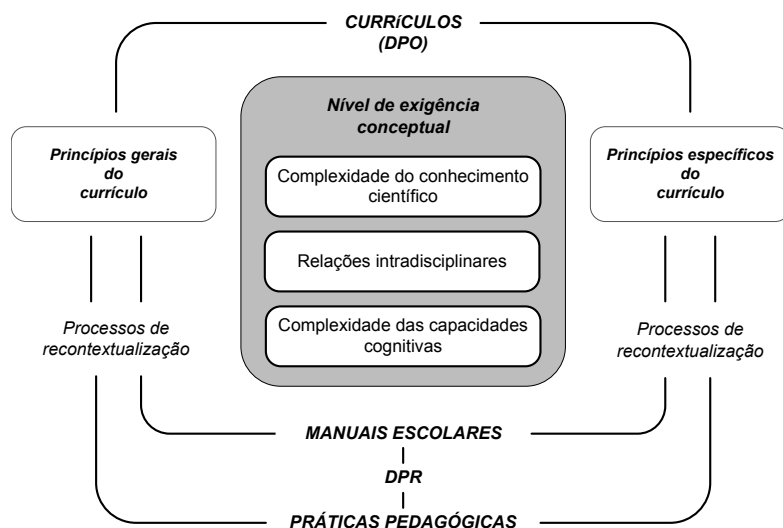
Os currículos analisados estão estruturados em dois documentos (caso dos 1º e 3º CEB) ou em duas partes distintas do mesmo documento (caso do ensino secundário⁴). O primeiro, de caráter geral, apresenta as diretrizes consideradas como essenciais para o desenvolvimento do currículo da disciplina. O segundo, mais específico, fornece as orientações diretamente relacionadas com a implementação do currículo no contexto da prática pedagógica. As análises dos currículos centraram-se, assim, no Discurso Pedagógico Oficial (DPO) presente nos/as dois/duas documentos/partes produzidos/as no mesmo contexto – Campo de Recontextualização Oficial – com o objetivo de caracterizar a mensagem contida em cada um/a dos documentos/partes, em termos de nível de exigência conceptual, e de avaliar processos de recontextualização que podem ter ocorrido entre eles/as.

As análises dos manuais escolares e das práticas pedagógicas centraram-se no Discurso Pedagógico de Reprodução (DPR), igualmente com o objetivo de avaliar o seu nível de exigência conceptual e os processos de recontextualização que podem ocorrer quando se passa do DPO para o DPR.

⁴ O estudo desenvolvido ao nível do ensino secundário centrou-se no currículo de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos. A Biologia e a Geologia foram analisadas separadamente, tendo em conta quer cada um dos anos de escolaridade (10º e 11º), no caso das diretrizes específicas do currículo, quer o conjunto dos dois anos, no caso das diretrizes gerais que lhes são comuns. Assim, a análise focou-se em seis partes do currículo: parte geral da Biologia, Biologia do 10º, Biologia do 11º, parte geral da Geologia, Geologia do 10º e Geologia do 11º.

O diagrama da Figura 2 apresenta as relações que foram objeto de análise, tendo em conta o nível de exigência conceptual de textos educacionais de ciências (currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas).

FIGURA 2
Nível de exigência conceptual de textos educacionais e processos de recontextualização



De forma a analisar os dois documentos curriculares (Princípios gerais do currículo e Princípios específicos do currículo), os respetivos textos foram organizados em quatro secções – Conhecimentos, Objetivos, Orientações Metodológicas e Avaliação – de acordo com a natureza da informação que eles contêm. Esta organização baseou-se no facto de estas dimensões fazerem usualmente parte dos documentos oficiais, independentemente da designação específica que lhes é atribuída. Cada uma destas secções foi segmentada em unidades de análise, tendo-se considerado como unidade de análise um excerto do texto, com um ou mais períodos, que no seu conjunto tem um determinado significado semântico (Gall, Gall, & Borg, 2007). Cada um dos itens, da lista de itens encontrada em algumas secções do currículo, assim como cada diagrama e figura foram tomados como uma unidade de análise. Cada unidade de análise foi então classificada, usando os vários instrumentos construídos para apreciar o nível de exigência conceptual dos currículos, em termos das três dimensões dessa exigência – complexidade do conhecimento científico, grau da relação intradisciplinar entre conhecimentos distintos (intradisciplinaridade) e complexidade das capacidades cognitivas.

Independentemente do nível de escolaridade a ser analisado, a construção dos respetivos instrumentos baseou-se em orientações teóricas e metodológicas semelhantes, embora tendo em conta as especificidades do texto curricular em análise. Os instrumentos para caracterizar a complexidade do conhecimento científico e a complexidade das capacidades cognitivas continham uma escala de três ou quatro graus que reflete diferentes níveis de conceptualização do conhecimento e dos processos cognitivos⁵.

Os instrumentos para caracterizar a intradisciplinaridade continham uma escala de quatro graus. Utilizou-se o conceito de classificação de Bernstein para definir uma escala cujos graus traduzissem a força das fronteiras entre conhecimentos distintos dentro da disciplina. No caso dos currículos de ciências para os 1º e 3º CEB, a intradisciplinaridade diz respeito a relações entre conhecimentos científicos distintos: o grau mais elevado (C^{++}) corresponde à ausência de relações entre conhecimentos; o grau mais baixo (C^{-}) corresponde a uma forte relação entre conhecimentos; os graus intermédios (C^{+} e C^{-}) correspondem a relações intermédias entre conhecimentos. No caso do estudo do currículo de ciências para o ensino secundário, que se centrava no nível de exigência conceptual do trabalho prático na disciplina de Biologia e Geologia, a intradisciplinaridade diz respeito a relações entre o conhecimento declarativo (teoria) e o conhecimento processual (prática), dentro do conhecimento científico: a classificação mais fraca (C^{-}) corresponde a uma integração entre a teoria e a prática, em que ambas têm igual estatuto, e a classificação mais elevada (C^{++}) corresponde a uma separação entre a teoria e a prática.

Com o objetivo de tornar claros os procedimentos que foram seguidos, o presente artigo centra-se em estudos sobre o currículo do 3º CEB (Alves, 2007; Calado, 2007; Calado et al., no prelo; Ferreira, 2007)⁶. Estes estudos focaram-se no DPO contido em dois documentos curriculares – *Currículo nacional do ensino básico: Competências essenciais* (DEB, 2001) e *Ciências físicas e naturais: Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico* (DEB, 2002) – no que se refere ao ensino das ciências e centraram-se particularmente nos temas «Sustentabilidade na Terra» e «Viver melhor na Terra» (temas respetivamente dos 8º e 9º anos). Um dos objetivos centrais destes estudos foi analisar o nível de exigência conceptual do currículo e em que medida as mensagens dos dois documentos curriculares evidenciavam processos de recontextualização.

⁵ O estudo desenvolvido ao nível do 1º CEB recorreu a instrumentos com escalas mais reduzidas para analisar a complexidade do conhecimento e das capacidades cognitivas dado que, a este nível, os textos curriculares contêm muito pouco conhecimento e capacidades investigativas de elevado nível de abstração e complexidade.

⁶ Os estudos centrados em currículos de ciências do 3º CEB (Alves, 2007; Calado, 2007; Ferreira, 2007) fizeram parte da mesma investigação, mais ampla, conduzida no contexto do Grupo ESSA (Estudos Sociológicos da Sala de Aula – Instituto de Educação da Universidade de Lisboa).

Ao nível empírico, o presente artigo centra-se nestes estudos para mostrar os procedimentos metodológicos usados nas análises do DPO dos dois documentos curriculares e apresentar alguns dos resultados obtidos com base nessas análises. Ao nível teórico, o artigo explora esses resultados, e suas relações com resultados de outros estudos semelhantes, de forma a discutir a importância do nível de exigência conceptual em educação científica para o acesso à estrutura hierárquica do conhecimento científico.

O texto que se segue pretende tornar explícitos os procedimentos metodológicos, através da apresentação de excertos de instrumentos (Tabelas 1, 2 e 3) e de exemplos de unidades de análise classificadas de acordo com as escalas desses instrumentos⁷.

TABELA 1

Excerto do instrumento de análise da complexidade do conhecimento científico

Secção	Grau 1	Grau 2	Grau 3
Orientações metodológicas	Sugestões de estratégias/metodologias que visam a transmissão-aquisição de factos generalizados e/ou de conceitos simples com um baixo nível de abstração.	Sugestões de estratégias/metodologias que visam a transmissão-aquisição de conceitos complexos, com um nível de abstração superior ao dos conceitos simples e formados por atributos definidores não perceptíveis.	Sugestões de estratégias/metodologias que visam a transmissão-aquisição de temas unificadores/teorias envolvendo um nível de abstração muito elevado.

Unidades de análise

Grau 1: «A propósito dos fluxos de energia, lembra-se, nesta altura, o papel do Sol como fonte de energia, provavelmente já clarificado em Ciências Físico-Químicas.» («Sustentabilidade na Terra» – *Orientações Curriculares*)

Grau 2: «(...) No âmbito de uma abordagem geral sobre alguns aspectos da hereditariedade, os alunos devem ser confrontados com situações concretas de transmissão de características ao longo das gerações (cor dos olhos e do cabelo) (...)» («Viver melhor na Terra» – *Orientações Curriculares*)

Grau 3: «Compreensão de que a dinâmica dos ecossistemas resulta de uma interdependência entre seres vivos, materiais e processos.» («Sustentabilidade na Terra» – *Competências Essenciais*).

⁷ Uma perspetiva mais completa dos instrumentos e da classificação das unidades de análise pode ser encontrada em Alves (2007), Calado (2007) e Ferreira (2007). Igualmente disponível em <http://essa.ie.ul.pt> (Instrumentos 2.2.9, 2.2.10b e 2.2.11).

TABELA 2

Excerto do instrumento de análise da intradisciplinaridade (relação entre diferentes conhecimentos científicos)

Secção	C ⁺⁺	C ⁺	C ⁻	C ⁻⁻
Orientações metodológicas	As estratégias/ metodologias sugeridas contemplam a relação entre conhecimentos de ordem simples dentro da mesma unidade de ensino. <i>Ou</i> Nas estratégias/ metodologias sugeridas é omissa o conhecimento científico indispensável à compreensão da relação entre conhecimentos dentro da mesma unidade de ensino.	As estratégias/ metodologias sugeridas contemplam a relação entre conhecimentos de ordem simples de unidades de ensino diferentes. <i>Ou</i> Nas estratégias/ metodologias sugeridas é omissa o conhecimento científico indispensável à compreensão da relação entre conhecimentos de unidades de ensino diferentes.	As estratégias/ metodologias sugeridas contemplam a relação entre conhecimentos de ordem complexa, ou entre estes e conhecimentos de ordem simples, dentro da mesma unidade de ensino.	As estratégias/ metodologias sugeridas contemplam a relação entre conhecimentos de ordem complexa, ou entre estes e os conhecimentos de ordem simples, de diferentes unidades de ensino.

Unidades de análise

Grau C⁺⁺: «Recomenda-se que nesta temática os alunos compreendam a existência de diferentes tipos de águas e a relação com a sua utilização para fins diversos.» («Sustentabilidade na Terra» – *Orientações Curriculares*)

Grau C⁺: [Ausência de unidades de análise representativas deste grau nos dois temas analisados]

Grau C⁻: «Partindo de situações familiares aos alunos (picadas, queimaduras, nervosismo em situação de avaliação), e realçando o carácter voluntário ou involuntário das reacções, deve ser referido o papel do sistema nervoso (central e periférico) e do sistema hormonal na coordenação do organismo»⁸. («Viver melhor na Terra» – *Orientações Curriculares*)

Grau C⁻⁻: «(...) pretende-se que, após terem compreendido conceitos relacionados com a estrutura e funcionamento do sistema Terra, os alunos sejam capazes de os aplicar em situações que contemplam a intervenção humana na Terra e a resolução de problemas daí resultantes, visando a sustentabilidade na Terra.» («Sustentabilidade na Terra» – *Competências Essenciais*).

⁸ No caso deste currículo, os sistemas nervoso e hormonal fazem parte da mesma unidade de ensino.

TABELA 3

Excerto do instrumento de análise da complexidade das capacidades cognitivas

Secção	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
Orientações metodológicas	As estratégias/metodologias apelam à mobilização de capacidades com um baixo nível de complexidade, envolvendo processos cognitivos que implicam a recuperação de conhecimento memorizado.	As estratégias/metodologias apelam à mobilização de capacidades envolvendo processos cognitivos de compreensão de mensagens instrucionais simples, como a exemplificação.	As estratégias/metodologias apelam à mobilização de capacidades envolvendo processos cognitivos de compreensão de mensagens instrucionais complexas, como a explicação e a aplicação.	As estratégias/metodologias apelam à mobilização de capacidades com um nível de complexidade muito elevado, envolvendo processos cognitivos de análise, de avaliação e de criação.

Unidades de análise

Grau 1: «Os alunos devem conhecer a localização do material genético na célula (...).» («Viver melhor na Terra» – *Orientações Curriculares*)

Grau 2: «Reconhecimento de situações de desenvolvimento sustentável em diversas regiões.» («Sustentabilidade na Terra» – *Competências Essenciais*)

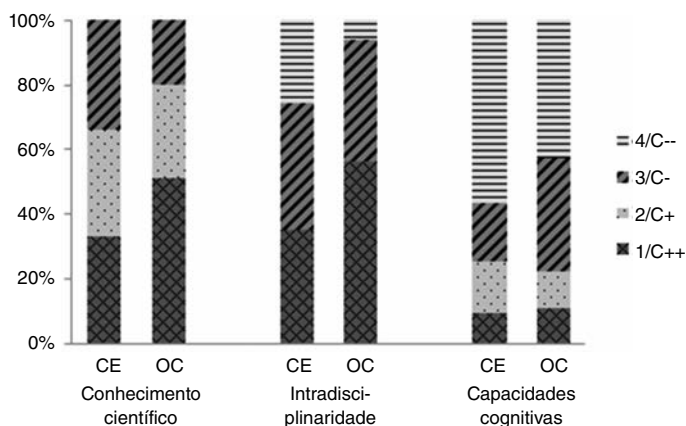
Grau 3: «(...) Atendendo a que inúmeras catástrofes podem comprometer o equilíbrio dos ecossistemas e a sobrevivência das populações humanas, os alunos devem refletir sobre causas e efeitos de catástrofes (...).» («Sustentabilidade na Terra» – *Orientações Curriculares*)

Grau 4: «Planificar e desenvolver pesquisas diversas. Situações de resolução de problemas, por implicarem diferentes formas de pesquisar, recolher, analisar e organizar a informação, são fundamentais para a compreensão da Ciência.» («Viver melhor na Terra» – *Competências Essenciais*).

A Figura 3 apresenta os resultados das análises centradas no tema «Sustentabilidade na Terra», de forma a apreciar o nível de exigência conceptual contido no currículo e os processos de recontextualização que ocorrem entre os dois documentos curriculares.

FIGURA 3

Nível de exigência conceitual dos documentos Competências Essenciais (CE) e Orientações Curriculares (OC) para o 3º CEB, quando se considera a complexidade do conhecimento científico, o grau de intradisciplinaridade e a complexidade das capacidades cognitivas



Fonte: Ferreira, 2007 (adaptação).

De acordo com estes resultados, pode dizer-se que: (a) o nível de exigência conceitual é muito baixo quando se consideram as dimensões «complexidade do conhecimento científico» e «intradisciplinaridade» e é relativamente elevado no que se refere à dimensão «complexidade das capacidades cognitivas»; (b) para qualquer das três dimensões, os graus mais baixos (1 e C++) aumentam e os graus mais elevados (4, 3 e C-) diminuem quando se passa do documento curricular com os princípios gerais (CE) para o documento curricular com as orientações mais específicas (OC). Isto evidencia processos de recontextualização, dentro do campo de recontextualização oficial, no sentido de uma diminuição da complexidade dos processos cognitivos, da complexidade do conhecimento científico e do grau de relação entre conhecimentos científicos distintos e, portanto, de uma diminuição do nível de exigência conceitual.

Os resultados de outros estudos centrados no currículo de ciências do 3º CEB (Alves, 2007; Calado, 2007; Calado et al., no prelo) revelam tendências semelhantes, mostrando um baixo nível de exigência conceitual, particularmente no que respeita à complexidade do conhecimento e à intradisciplinaridade, e evidenciando a ocorrência de processos de recontextualização no sentido da diminuição do nível de exigência conceitual quando se passa dos princípios gerais para os princípios específicos do currículo. Os estudos desenvolvidos no contexto dos currículos de ciências do 1º CEB (Silva et al., 2012) e do ensino secundário (Ferreira & Moraes,

2012a, 2012b) também sugerem que o nível de exigência conceitual é, em geral, baixo e que é mais baixo no documento curricular com orientações específicas, mais diretamente relacionadas com o contexto de sala de aula. Numa análise, focada em manuais escolares (Calado & Neves, 2012), que integrou um dos estudos centrados no currículo de ciências do 3º CEB (Calado, 2007), foram também observados processos de recontextualização, no sentido da diminuição do nível de exigência conceitual, em relação ao currículo respetivo.

Se se considerarem agora os estudos que envolveram a análise de práticas pedagógicas (e.g., Alves & Morais, no prelo), os resultados mostram um quadro semelhante, isto é, as práticas pedagógicas são caracterizadas por um baixo nível de exigência conceitual, mais baixo até do que o nível de exigência presente no respetivo currículo (ciências do 3º CEB). Um resultado semelhante foi também encontrado num estudo anterior, realizado ao nível das ciências do 3º CEB e do ensino secundário (Domingos, 1987; Morais, 1991). Neste caso particular, foi possível compreender que os professores tendem a ser influenciados pelo contexto social da sala de aula, implementando práticas pedagógicas cujo nível de exigência conceitual é mais baixo quando ensinam em turmas com alunos de nível social mais desfavorecido.

Exigência conceitual e aprendizagem científica dos alunos

Uma dimensão importante do estudo do nível de exigência conceitual em currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas diz respeito à análise da relação entre esse nível e a aprendizagem científica dos alunos. Neste artigo, descreve-se um estudo, realizado no 1º CEB, que analisa a relação entre o nível de exigência conceitual da prática pedagógica dos professores e a aprendizagem científica de alunos socialmente diferenciados⁹ (Silva et al., 2013). Os dois professores envolvidos neste estudo usaram, nas suas práticas, textos curriculares¹⁰ que apelavam a um elevado nível de exigência conceitual e que tinham subjacente uma prática pedagógica com características¹¹ que estudos anteriores (e.g., Pires et al., 2004; Morais & Neves, 2009) revelaram ter potencialidades para conduzir todos os alunos ao sucesso.

⁹ A caracterização dos alunos em termos de classe social (entendida neste estudo como um conceito nominal) foi feita a partir de um índice compósito das habilitações académicas e profissões dos pais e das mães (ou seus substitutos). Em termos globais, consideraram-se dois níveis de classe social – classe trabalhadora (CT), no caso de alunos de famílias com profissões ligadas a trabalho manual e com baixas habilitações académicas, e classe média (CM), no caso de alunos de famílias com profissões ligadas a trabalho não manual e com habilitações académicas superiores ao 3º CEB.

¹⁰ Os textos curriculares referem-se a um conjunto de atividades destinadas a serem usadas no contexto de aulas de ciências – fichas de trabalho, guiões experimentais, etc. – e que foram construídas para este estudo específico.

¹¹ Esta prática pedagógica, que se tem designado por prática pedagógica mista (ver, por exemplo, Morais & Neves, 2009) por conter características associadas a práticas tradicionais (mais centradas no transmissor) conjuntamente com caracte-

Os instrumentos usados para caracterizar o nível de exigência conceptual da prática pedagógica dos professores¹² referem-se quer a *o que*, quer a *o como* dessa prática. No caso de *o que*, os instrumentos continham três graus de complexidade crescente, de forma a caracterizar o grau de proficiência do professor, em termos de conhecimentos científicos¹³ e de capacidades

rísticas associadas a práticas progressistas (mais centradas no adquiridor), apresentava as seguintes características sociológicas: clara distinção entre sujeitos com diferentes estatutos (forte classificação na relação professor-aluno); controlo do professor sobre a seleção e sequência do conhecimento, capacidades e atividades da aula (forte enquadramento, nomeadamente ao macronível, da seleção e da sequência); controlo dos alunos sobre o tempo de aquisição (fraco enquadramento ao nível da ritmagem); explicação clara do texto legítimo a ser adquirido no contexto da sala de aula (forte enquadramento ao nível dos critérios de avaliação); relações interpessoais de comunicação entre professor e alunos e entre alunos (fraco enquadramento ao nível das regras hierárquicas); interrelação entre conhecimentos distintos dentro da disciplina a ser objeto de aprendizagem (fraca classificação ao nível da intradisciplinaridade); esbatimento de fronteiras entre os espaços do professor e dos alunos e entre os espaços dos diferentes alunos (fraca classificação entre espaços).

¹² Os instrumentos usados para caracterizar a prática pedagógica, nas suas várias dimensões, podem ser consultados em Silva (2009). Também disponíveis em <http://essa.ie.ul.pt> (Instrumentos 2.1.12, 2.1.13 e 2.1.14).

¹³ O excerto seguinte é parte do instrumento construído para analisar a proficiência do professor quanto ao conhecimento científico:

Indicador	Grau 1	Grau 2	Grau 3
<i>Dúvidas/questões das crianças</i>	O professor dá respostas cientificamente incorretas, evidenciando graves deficiências ao nível do conhecimento científico.	O professor dá respostas em que estabelece algumas relações mas falha noutras relações essenciais para a clarificação da dúvida/questão, o que indicia algumas deficiências ao nível do conhecimento científico.	O professor dá respostas que contêm várias relações com os assuntos previamente estudados, evidenciando grande rigor e correção em todas essas relações.

¹⁴ O excerto seguinte é parte do instrumento construído para analisar a proficiência do professor quanto aos processos investigativos:

Indicador	Grau 1	Grau 2	Grau 3
<i>Durante a discussão de atividades experimentais</i>	O professor revela não ter conhecimento dos processos investigativos, o que é evidenciado pela discussão com as crianças de problemas, previsões, observações, interpretações de resultados e conclusões, contidos nas atividades das crianças, seguindo mecanicamente as questões das fichas de trabalho.	O professor revela algum conhecimento dos processos investigativos, mas ignora alguns passos importantes desses processos como, por exemplo, relações entre resultados, problemas, previsões previamente feitas.	O professor revela ter total conhecimento dos processos investigativos, explorando e relacionando corretamente diferentes passos desses (problemas, hipóteses, observações, interpretações de dados, conclusões).

investigativas¹⁴. No caso de *o como*, o instrumento continha quatro graus de classificação, de forma a indicar o grau de intradisciplinaridade entre diferentes conhecimentos científicos.

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise da exigência conceptual dos dois professores (Marco e Sara).

TABELA 4
Nível de exigência conceptual da prática pedagógica (PP) do professor

Professor/PP	Exigência conceptual		
	<i>O que</i> da PP		<i>O como</i> da PP
	Proficiência quanto ao conhecimento científico	Proficiência quanto aos processos investigativos	Intradisciplinaridade
Marco	Elevada	Elevada	Forte
Sara	Baixa	Baixa	Fraca

Fonte: Silva et al., 2013 (adaptação).

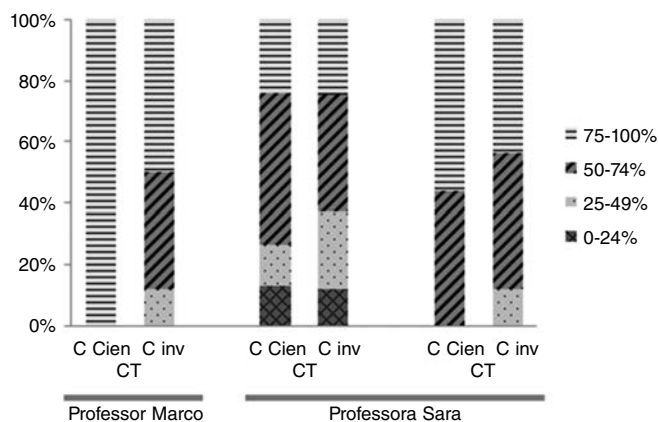
A análise permitiu ver que os dois professores diferiam bastante no seu nível de exigência conceptual. Enquanto a prática pedagógica do professor Marco (apenas com alunos da classe trabalhadora) se caracterizou por um elevado nível de exigência conceptual, a prática pedagógica da professora Sara (com alunos da classe trabalhadora e da classe média) caracterizou-se por um baixo nível de exigência conceptual.

No gráfico da Figura 4 está expresso o resultado da análise da relação entre a prática pedagógica (PP) dos professores e a aprendizagem científica dos alunos, dada pelos resultados obtidos num teste que avaliava conhecimentos em ciências (CCien) e capacidades investigativas (CInv)¹⁵. Os resultados estão apresentados numa escala de quatro graus (0-24%; 25-49%; 50-74%; 75-100%) que correspondem a graus crescentes de proficiência dos alunos em termos de conhecimento científico e de capacidades investigativas.

¹⁵ O conhecimento científico que foi avaliado está relacionado com o conceito de crescimento nos seres vivos. Este conceito era central ao conjunto de atividades presentes nos textos curriculares (construídos para este estudo) implementados pelos dois professores. As capacidades investigativas referem-se a capacidades desenvolvidas através das atividades (ex.: fazer previsões, interpretar resultados experimentais).

FIGURA 4

Relação entre a prática pedagógica do professor e a aprendizagem científica dos alunos



CCien – Conhecimentos Científicos; Cinv – Capacidades Investigativas; CT – Classe Trabalhadora; CM – Classe Média

Fonte: Silva et al., 2013: 26.

Os dados mostram que os alunos do professor Marco obtiveram melhores resultados do que os alunos da professora Sara, ultrapassando mesmo os resultados dos alunos da classe média desta professora¹⁶. Esta situação foi possível porque a prática pedagógica do professor Marco, além de conter um elevado nível de exigência conceptual (ver Tabela 4), revelou possuir características da prática pedagógica preconizada nos textos curriculares, isto é, a sua prática possuía características sociológicas¹⁷ que vários estudos (e.g., Pires et al., 2004; Moraes & Neves, 2009) têm revelado serem favoráveis ao sucesso de todos os alunos. Tal não aconteceu no caso da prática pedagógica da professora Sara. É possível argumentar que, embora sendo uma condição necessária, mas não suficiente, um elevado nível de exigência conceptual é crucial para que a aprendizagem científica não se limite a uma aprendizagem terminológica e/ou factual, mas que traduza uma aprendizagem conceptualizada, mais consentânea com a natureza hierárquica do conhecimento científico.

Se se considerar que, comparativamente à prática pedagógica da professora Sara, a prática pedagógica do professor Marco se caracterizou por um elevado nível de exigência conceptual,

¹⁶ Os resultados do teste foram reforçados pelos resultados do estudo sobre a orientação específica de codificação das crianças para a compreensão de conceitos, quando se considera o conceito de crescimento nos seres vivos (Silva, Moraes, & Neves, no prelo b).

¹⁷ Ver nota 11.

é legítimo pensar que é possível melhorar a aprendizagem dos alunos desfavorecidos sem baixar o nível de exigência conceptual. Este é um resultado extremamente importante que reforça resultados de estudos anteriores (e.g., Domingos, 1987; Pires et al., 2004) e que ilustra a possibilidade de levar *todos* os alunos a aceder ao conhecimento científico adequado e à estrutura hierárquica que caracteriza esse conhecimento.

Considerações finais

Os estudos desenvolvidos até ao momento, centrados na exigência conceptual do discurso pedagógico a vários níveis do sistema educativo português (e.g., Alves, 2007; Alves & Morais, no prelo; Calado & Neves, 2012; Calado et al., no prelo; Ferreira, 2007; Ferreira & Morais, 2012a, 2012b; Silva et al., 2012, 2013), sugerem em geral que o nível de exigência diminui quando se passa das orientações gerais do currículo para as suas orientações específicas e destas para os manuais escolares e para as práticas pedagógicas dos professores. Os estudos focados em práticas pedagógicas com diferentes níveis de exigência conceptual, quanto ao ensino das ciências (e.g., Morais, 1991; Silva et al., 2013), sugerem que níveis mais elevados de exigência conceptual influenciam favoravelmente a aprendizagem científica de *todos* os alunos.

Com base nestes vários estudos, centrados em textos monológicos ou em textos dialógicos, é possível afirmar que a conceptualização do conhecimento, como uma condição crucial para o acesso dos alunos ao conhecimento científico, não é muito valorizada no ensino das ciências em Portugal. O conhecimento científico, como referido por Bernstein (1999), tem uma estrutura hierárquica caracterizada pela articulação entre níveis de conhecimento no sentido do desenvolvimento de teorias sucessivamente mais gerais e integradoras. Dada esta estrutura, é legítimo pensar que, no contexto da educação científica, baixar o nível de exigência conceptual significa restringir os alunos ao conhecimento nominal e factual e, como tal, dar-lhes uma visão limitada do conhecimento científico enquanto discurso com uma estrutura hierárquica. Pelo contrário, elevar o nível de exigência conceptual significa permitir o acesso dos alunos ao conhecimento conceptual e, como tal, dar-lhes uma ampla visão do que é o conhecimento científico. Nesta condição, os alunos podem ter acesso ao conhecimento que é privilegiado pela comunidade científica e pelos grupos de poder na sociedade. E esta deverá ser uma condição colocada à disposição de *todos* os alunos.

Tal como é argumentado por Morais (Domingos, 1987),

[Se] os alunos (...) estão confinados a uma concepção de ciência muito limitada, ciência como definições, regras elementares de procedimento, em vez de ciência como uma exploração e explicação imaginativa do mundo

físico (...), é provável que eles fiquem desligados do poder do discurso científico (...) e se eles não têm acesso ao poder do discurso, não têm acesso aos discursos do poder e aos seus agentes e práticas dominantes na sociedade. (p. 63)

É importante notar que os contextos de educação científica baseados num baixo nível de exigência conceptual não correspondem à ausência de um discurso vertical porque qualquer discurso académico é um discurso vertical (Bernstein, 1999). Contudo, é um discurso vertical limitado que, de acordo com Morais (Domingos, 1987), corresponde a um discurso restringido ao vocabulário da ciência (conhecimento nominal e terminológico) que não tem em conta a sua sintaxe (conhecimento conceptual).

Qualquer decisão sobre o nível de exigência conceptual que deve ser valorizado em educação científica depende, em grande parte, do posicionamento ideológico e pedagógico dos agentes educativos (autores de currículos e de manuais escolares, professores). De facto, uma vez que o discurso sobre o ensino das ciências corresponde a um discurso vertical com uma estrutura horizontal, podem surgir nesta área várias linguagens paralelas, com diferentes educadores em ciências a defender posições pedagógicas distintas. Para alguns deles – por exemplo, educadores sem uma perspetiva ampla do processo de transmissão-aquisição ou com princípios ideológicos que não valorizam as desigualdades sociais na escola – baixar o nível de exigência conceptual pode representar uma melhor forma de ajudar os alunos mais desfavorecidos, com base no pressuposto de que estes alunos não estão preparados para adquirir conhecimento científico conceptualizado. Para outros educadores – mais familiarizados com o significado sociológico do processo de transmissão-aquisição e com as consequências das desigualdades sociais entre os alunos – é crucial que o nível de exigência conceptual não diminua. Neste caso, parte-se do pressuposto de que os alunos socialmente desfavorecidos (tal como os alunos socialmente favorecidos) têm possibilidades de adquirir conhecimento científico conceptualizado, desde que a prática pedagógica dos professores tenha em consideração as suas características socioculturais, criando condições para aumentar o seu posicionamento no contexto escolar e para facilitar o seu acesso ao discurso vertical da escola.

Dentro desta linha de pensamento, Morais (*ibidem*) defende que:

os professores que têm um nível muito baixo de exigência conceptual falham em compreender as implicações sociológicas do processo de transmissão-aquisição que promovem. Os alunos que entram na escola já em desvantagem saíram dela ainda mais desfavorecidos. (...) O facto de estes alunos poderem ter sucesso com professores que têm um nível baixo de exigência conceptual (...) mostra-nos como o aproveitamento *medido* nos pode dar uma medida do conhecimento memorizado e não necessariamente uma compreensão desse conhecimento. (...) a compreensão de conceitos e princípios científicos, e a competência em usar este conhecimento

para resolver novos problemas e para compreender e criticar o mundo não deveria ser privilégio de uns poucos, socialmente seleccionados. (...) Defender a cultura da classe trabalhadora não implica que as crianças sejam privadas de educação científica, nem essa educação implica a adopção daquilo que são considerados valores e práticas da classe média e a perda dos valores e práticas próprias. (pp. 59-62)

Manter a igualdade social em contextos de aprendizagem científica significa criar condições para que *todos* os alunos tenham acesso ao discurso pedagógico que expressa a estrutura do conhecimento científico. E levar todos os alunos a ter acesso à estrutura hierárquica do conhecimento científico significa dar-lhes a oportunidade de aprender ciência num contexto conceptualmente exigente.

Contudo, é importante salientar que não se pretende defender um ensino das ciências apenas caracterizado por elevados níveis de exigência conceptual. Deve, sim, existir um equilíbrio entre conhecimento simples e complexo porque a compreensão de conhecimento complexo pressupõe a aquisição de conhecimento simples. Deve também existir um equilíbrio entre capacidades simples e complexas, devendo a memorização ser incluída no processo de ensino-aprendizagem das ciências. Tal como referido por Ferreira e Morais (2012b), com base em dados fornecidos pela investigação em neurociência (e.g., Eichenbaum, 2004; Geake, 2009; Kumaran, Summerfield, Hassabis, & Maguire, 2009):

é necessária a automatização de tarefas mentais, de forma a que uma maior área do cérebro esteja disponível para executar tarefas complexas, envolvendo o uso de conhecimento. Só quando os alunos desenvolvem capacidades simples, como a memorização de factos específicos e de conceitos, é que eles podem desenvolver capacidades complexas como a aplicação desses conceitos a novas situações. (p. 24)

O presente artigo apresentou uma forma de medir o nível da educação científica, através da medida do seu nível de exigência conceptual. A discriminação das várias dimensões do nível de exigência conceptual, feita com base em conceitos das áreas da psicologia e da sociologia, permitiu uma análise pormenorizada de textos educacionais do âmbito das ciências e, tendo em conta as respetivas especificidades, poderá ser aplicada a outras áreas do conhecimento educacional.

A relação, feita neste artigo, entre a dimensão pedagógica (transmissão do conhecimento) e a dimensão epistemológica (estrutura do conhecimento) do conhecimento científico abre a possibilidade para uma discussão teoricamente fundamentada sobre o significado de níveis distintos de exigência conceptual em termos de acesso diferencial dos alunos à estrutura hierárquica que caracteriza o conhecimento científico. O recurso, em educação científica, a um enquadramento teórico baseado na conceptualização de Bernstein sobre formas de discurso,

pode dar um contributo para a construção de novo conhecimento educacional e abrir novas direções de investigação nesta área.

Contacto:

Email: ammoraís@ie.ul.pt; imneves@ie.ul.pt

Referências bibliográficas

- Alves, Vanda (2007). *O currículo, o software didático e a prática pedagógica: Análise sociológica de textos e contextos do ensino das ciências* (dissertação de mestrado não-publicada). Universidade Católica de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Alves, Vanda, & Morais, Ana Maria (no prelo). Currículos e práticas pedagógicas: Uma análise sociológica de textos e contextos da educação em ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 30p.
- Bernstein, Basil (1990). *Class, codes and control, Vol. IV: The structuring of pedagogic discourse*. Londres: Routledge.
- Bernstein, Basil (1999). Vertical and horizontal discourse: An essay. *British Journal of Sociology of Education*, 20(2), 157-173.
- Bernstein, Basil (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique* (ed. rev.). Londres: Rowman & Littlefield.
- Brandwein, Paul F., Watson, Fletcher G., & Blackwood, Paul E. (1958). *Teaching high school science: A book of methods*. Nova Iorque: Harcourt Brace Jovanovich.
- Brandwein, Paul F., Cooper, Elizabeth K., Blackwood, Paul E., Cottom-Winslow, Margaret, Boesch, John A., Giddings, Morsley G., Romero, Frank, & Carin, Arthur A. (1980). *Concepts in science* (Curie Edition). Nova Iorque: Harcourt Brace Jovanovich.
- Calado, Sílvia (2007). *Currículo e manuais escolares: Processos de recontextualização no discurso pedagógico de ciências naturais do 3º ciclo do ensino básico* (dissertação de mestrado não-publicada). Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Calado, Sílvia, & Neves, Isabel Pestana (2012). Currículo e manuais escolares em contexto de flexibilidade curricular: Estudo de processos de recontextualização. *Revista Portuguesa de Educação*, 25(1), 53-93.
- Calado, Sílvia, Neves, Isabel Pestana, & Morais, Ana Maria (no prelo). Conceptual demand of science curricula: A study at the middle school level. *Pedagogies: An International Journal*, 40p.
- Cantu, Luis L., & Herron, J. Dudley (1978). Concrete and formal Piagetian stages and science concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(2), 135-143.
- Creswell, John W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed approaches* (2ª ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Departamento de Educação Básica (DEB). (2001). *Currículo nacional do ensino básico: Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.

- Departamento de Educação Básica (DEB). (2002). *Ciências físicas e naturais: Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Domingos, Ana Maria (presentemente Morais) (1987). Influência da classe social no nível de desenvolvimento científico dos alunos. *Revista de Educação*, 1(2), 55-63.
- Eichenbaum, Howard (2004). Hippocampus: Cognitive processes and neural representations that underlie declarative memory. *Neuron*, 44(1), 109-120.
- Ferreira, Sílvia (2007). *Currículos e princípios ideológicos e pedagógicos dos autores: Estudo do currículo de ciências naturais do 3º ciclo do ensino básico* (dissertação de mestrado não-publicada). Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Ferreira, Sílvia, & Morais, Ana Maria (2012a). *Conceptual demand of practical work in science curricula: A methodological approach*. Manuscrito submetido para publicação.
- Ferreira, Sílvia, & Morais, Ana Maria (2012b). *Exigência conceptual do trabalho prático nos exames nacionais: Estudo centrado em biologia e geologia do ensino secundário*. Manuscrito submetido para publicação.
- Gall, Meredith, Gall, Joyce, & Borg, Walter (2007). *Educational research: An introduction* (8ª ed.). Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
- Geake, John (2009). *The brain at school: Educational neuroscience in the classroom*. Berkshire, UK: Open University Press.
- Hickman, Cleveland, Roberts, Larry, & Larson, Allan (1995). *Integrated principles of zoology*. Dubuque, IA: Wm. C. Brown.
- Krathwohl, David (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-218.
- Kumaran, Dharshan, Summerfield, Jennifer, Hassabis, Demis, & Maguire, Eleanor (2009). Tracking the emergence of conceptual knowledge during human decision making. *Neuron*, 63(6), 889-901.
- Marzano, Robert J., & Kendall, John S. (2007). *The new taxonomy of educational objectives* (2ª ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Marzano, Robert J., & Kendall, John S. (2008). *Designing & assessing educational objectives: Applying the new taxonomy*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Morais, Ana Maria (1991). Influência do nível de exigência conceptual dos professores no sucesso dos alunos em ciências: Um estudo sociológico. *Revista de Educação*, 2(1), 62-80.
- Morais, Ana Maria (2002). Basil Bernstein at the micro level of the classroom: Looking at results of research. *British Journal of Sociology of Education*, 23(4), 559-569.
- Morais, Ana Maria, & Neves, Isabel Pestana (2007a). A teoria de Basil Bernstein: Alguns aspectos fundamentais. *Revista Práxis Educativa*, 2(2), 115-130.
- Morais, Ana Maria, & Neves, Isabel Pestana (2007b). Fazer investigação usando uma abordagem metodológica mista. *Revista Portuguesa de Educação*, 20(2), 75-104.
- Morais, Ana Maria, & Neves, Isabel Pestana (2009). Textos e contextos educativos que promovem aprendizagem: Otimização de um modelo de prática pedagógica. *Revista Portuguesa de Educação*, 22(1), 5-28.
- Pella, Milton, & Voelker, Alan (1968). Teaching the concepts of physical and chemical change to elementary school children. *Journal of Research in Science Teaching*, 5, 311-323.

- Pires, Delmina, Morais, Ana Maria, & Neves, Isabel Pestana (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade: Estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista de Educação*, 12(2), 119-132.
- Silva, Preciosa (2009). *Materiais curriculares e práticas pedagógicas no 1º ciclo do ensino básico: Estudo de processos de recontextualização e suas implicações na aprendizagem científica* (tese de doutoramento não-publicada). Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Silva, Preciosa, Morais, Ana Maria, & Neves, Isabel Pestana (no prelo a). O currículo de ciências no 1º ciclo do ensino básico: Estudo de (des)continuidades na mensagem pedagógica. *Revista Portuguesa de Educação*, 25(2).
- Silva, Preciosa, Morais, Ana Maria, & Neves, Isabel Pestana (no prelo b). Materiais curriculares, práticas e aprendizagens: Estudo no contexto das ciências do 1º ciclo do ensino básico. *Revista Práxis Educativa*, 34p.
- Tashakkori, Abbas, & Teddlie, Charles (1998). *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Vygotsky, Lev. S., Cole, Michael, John-Steiner, Vera, Scribner, Sylvia, & Soubberman, Ellen (Eds). (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.