

***Conceptualização dos conhecimentos e das capacidades em currículos***

**Sílvia Ferreira**

**Ana Maria Morais**

**Isabel Pestana Neves**

**Margarida Afonso**

**Preciosa Silva**

*Instituto de Educação da Universidade de Lisboa*

Versão pessoal revista do texto final do artigo publicado em:

Conselho Nacional de Educação (Ed.), *Currículos de nível elevado no ensino das ciências* (pp. 36-82). Lisboa: CNE. (2015)

Homepage do CNE: <http://www.cnedu.pt/pt/publicacoes/seminarios-e-coloquios/1065-curriculos-de-nivel-elevado-no-ensino-das-ciencias>

## CONCEPTUALIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS E DAS CAPACIDADES EM CURRÍCULOS

Sílvia Ferreira<sup>1</sup>

Ana Maria Morais<sup>1</sup>

Isabel Pestana Neves<sup>1</sup>

Margarida Afonso<sup>1</sup>

Preciosa Silva<sup>1</sup>

### Pressupostos teóricos e modelos de análise

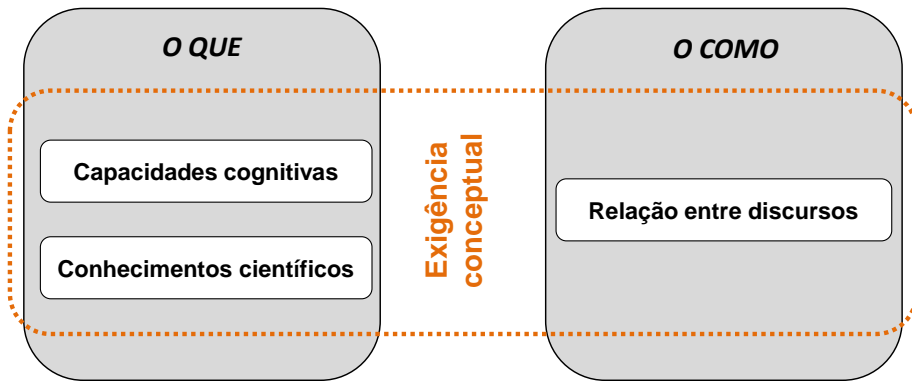
A conceptualização dos conhecimentos e das capacidades em currículos tem sido abordada pelo Grupo ESSA como um dos princípios fundamentais na defesa de um currículo *exigente* para *todos* os alunos. Para se atender ao alcance e pertinência deste princípio, começa-se por apresentar os pressupostos teóricos e, de seguida, os modelos de análise concebidos com base nesses pressupostos.

### Pressupostos teóricos

**Exigência conceptual – Significado.** Na investigação desenvolvida na área do ensino das ciências (ex., Calado, Neves & Morais, 2014; Ferreira & Morais, 2014; Silva, Morais & Neves, 2014a), o conceito de *exigência conceptual* tem sido entendido em função de três parâmetros (Figura 1.1.). Dois desses parâmetros estão relacionados com o *que* do ensino/aprendizagem, isto é, com os conhecimentos científicos e capacidades cognitivas; o outro parâmetro, relacionado com o *como* do ensino/aprendizagem, refere-se à relação entre discursos, quando essa relação diz respeito a discursos da mesma disciplina (relações intradisciplinares).

---

<sup>1</sup> Investigadoras do Grupo ESSA (ver notas biográficas).



*Figura 1.1. Parâmetros de análise da exigência conceitual (adaptado de Moraes & Neves, 2012).*

Tal como expresso em Moraes e Neves (2012), a exigência conceitual corresponde ao nível de complexidade em educação científica traduzido pela complexidade do conhecimento científico e das relações entre conhecimentos distintos de uma dada disciplina científica e também pela complexidade das capacidades cognitivas.

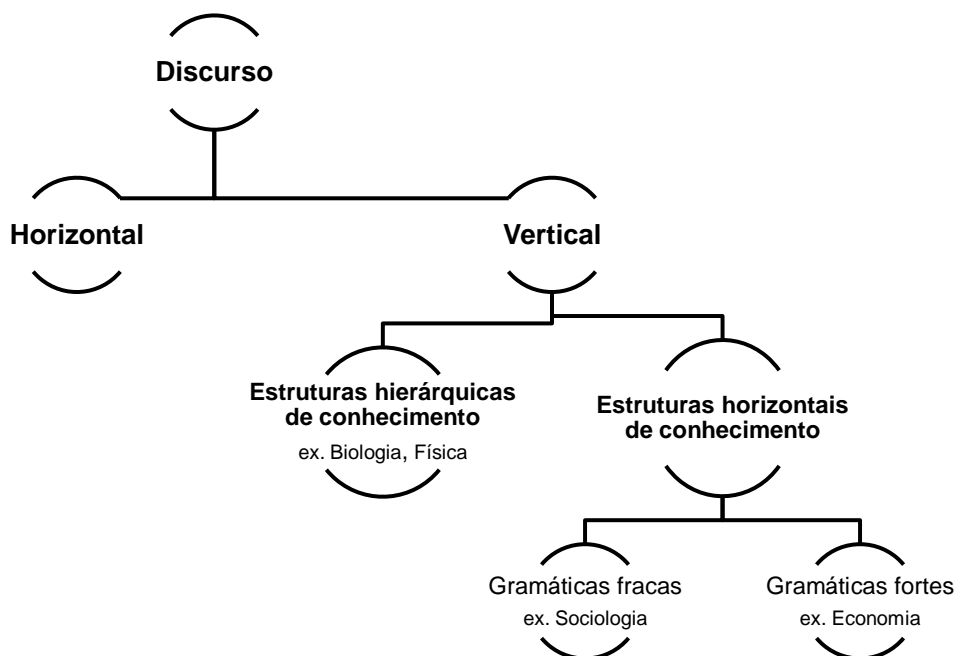
**Fundamentos sobre a exigência conceitual.** Como pressupostos teóricos que permitem fundamentar a ideia de um ensino das ciências conceptualmente exigente, apresentam-se fundamentos de natureza epistemológica, psicológica e sociológica. Muitos autores e posições poderiam ser referidos para fundamentar a importância da exigência conceitual nos currículos. Os que se apresentam pretendem ilustrar a posição do Grupo ESSA quanto a este assunto, tendo presente a importância de permitir o acesso de todos os alunos a um ensino de qualidade.

**Fundamentos epistemológicos.** De entre os fundamentos epistemológicos, incluem-se fundamentos que se relacionam com a construção do conhecimento científico, partindo de ideias de cientistas e de filósofos da ciência, e fundamentos que se relacionam com a estrutura do conhecimento científico. Por exemplo, Holton e Roller (1958) – ambos cientistas da área da Física – consideram que a ciência é um processo dinâmico de investigação e um corpo de conhecimento rigoroso e, para

Popper (1959), o conhecimento científico pode ser encarado como um sistema de teorias em que a meta é descobrir teorias que, à luz da discussão crítica, cheguem mais perto da verdade. Nestas ideias está evidente a noção de que a própria construção do conhecimento científico implica elevados níveis de conceptualização. Como fundamentos de natureza epistemológica, também relacionados com a construção da ciência, pode recorrer-se novamente a algumas ideias de Popper e também a ideias de Kuhn (1962) para evidenciar a importância da exigência conceptual no ensino das ciências. Popper (1959, citado por Chalmers, 1999) afirma, por exemplo, que “quando uma hipótese, que passou por testes rigorosos, é falsificada, surge um novo problema; este novo problema exige a invenção de novas hipóteses, seguida de nova crítica e de novos testes” (p. 69). Por outro lado, Kuhn (1962) defende que, no desenvolvimento da ciência normal, os problemas científicos transformam-se em enigmas que a comunidade científica vai procurando resolver dentro do quadro do paradigma vigente. Estas ideias podem, e devem, ter expressão no ensino/aprendizagem, através da exploração de conhecimento conceptualizado (como é o caso das teorias científicas) e do desenvolvimento de capacidades cognitivas de nível elevado, como é o caso da formulação de problemas ou de hipóteses.

A estrutura do conhecimento científico constitui-se igualmente como fundamento de natureza epistemológica para um ensino das ciências conceptualmente exigente. Este fundamento baseia-se na análise que Bernstein (1999) faz das estruturas do conhecimento e que está presente no esquema da Figura 1.2.

Este esquema mostra como o conhecimento pode apresentar uma estrutura hierárquica, como a que caracteriza o conhecimento científico (ex., Biologia, Física), ou uma estrutura horizontal, como a que caracteriza o conhecimento de outras áreas académicas (ex., sociologia, economia). Ambas correspondem a um discurso vertical, académico, em oposição ao discurso horizontal, que corresponde ao conhecimento não académico, do dia a dia.



*Figura 1.2.* Discursos verticais e horizontais (adaptado de Bernstein, 1999).

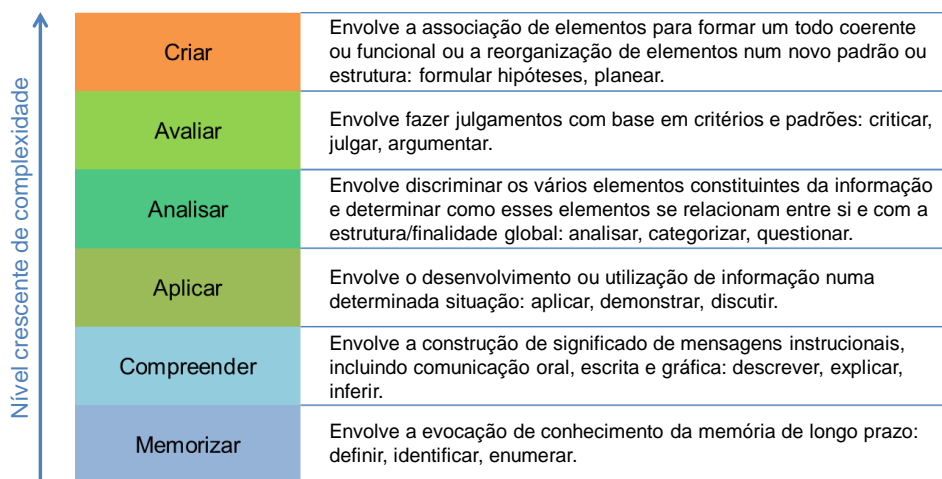
De acordo com Bernstein (1999), enquanto as estruturas horizontais de conhecimento são traduzidas por uma série de linguagens paralelas, as estruturas hierárquicas de conhecimento, como é o caso do conhecimento científico, são traduzidas pela articulação entre níveis de conhecimento no sentido do desenvolvimento de teorias sucessivamente mais gerais e integradoras. Tendo em conta este fundamento epistemológico, baseado na estrutura hierárquica do conhecimento científico, pode defender-se a ideia de que para se aceder a esse conhecimento, ele deverá ser conceptualizado e não limitado a um conhecimento nominal e factual.

**Fundamentos psicológicos.** Os fundamentos de natureza psicológica baseiam-se também em vários autores, destacando-se aqui algumas ideias de Bruner (1963) e Geake (2009), relacionadas com a exigência conceptual ao nível dos conhecimentos, e de Vygotsky (1978), quanto à exigência conceptual ao nível das capacidades cognitivas.

No caso de Bruner, a importância da exigência conceptual ao nível dos conhecimentos tem fundamento na sua ideia do currículo em espiral. O autor defende que o currículo deve ser estruturado para que o aluno possa reanalisar o conhecimento adquirido, mas de uma forma mais aprofundada e com um nível de representação mais avançado. Bruner alega, assim, que o currículo deverá ser estruturado em espiral, ou seja, a progressão do conhecimento deve ser feita do simples para o complexo, do concreto para o abstrato, do específico para o geral. Mais recentemente, Geake ilustra a importância do currículo em espiral quando afirma que um currículo em espiral, ao apresentar conceitos semelhantes em contextos novos e crescentemente mais complexos, oferece mais oportunidades para a repetição necessária a uma aprendizagem efetiva e eficaz e que “na conceção de um currículo, a profundidade deve sobrepor-se à abrangência, com prioridade sobre o conhecimento central” (p. 55).

Quanto a Vygotsky (1978), a importância que atribui às funções mentais de nível elevado, constitui um fundamento psicológico para um ensino conceptualmente exigente, ao nível de complexidade das capacidades cognitivas. Este autor considera que um processo eficiente de ensino/aprendizagem de conceitos deve proporcionar o desenvolvimento de capacidades cognitivas que conduzam a funções mentais de nível elevado. Contudo, é importante ter presente que 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; Morais & Neves, 2012).

Com base em fundamentos de vária ordem, em particular psicológicos, têm sido criadas taxonomias de objetivos educacionais que têm permitido categorizar as capacidades cognitivas de vários níveis de complexidade que devem ser desenvolvidas pelos alunos. O modelo de Anderson e colaboradores (2001), que traduz uma versão revista da Taxonomia de Bloom (Bloom, Engelhart, Furst, Hill & Krathwohl, 1972), engloba seis categorias – memorizar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar – e pressupõe que existe um *continuum* de complexidade crescente em relação aos processos cognitivos (Figura 1.3.).

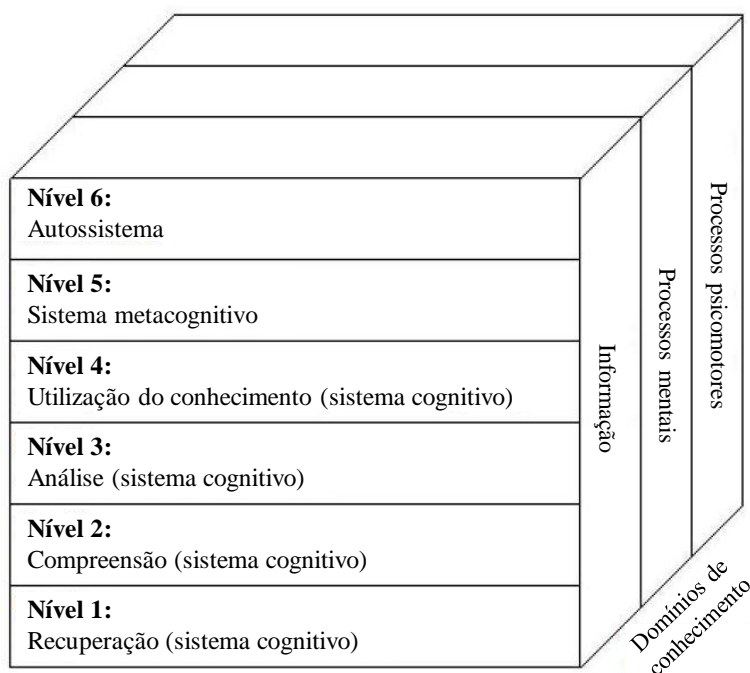


*Figura 1.3. Categorias dos processos cognitivos da Taxonomia revista de Bloom (adaptado de Anderson et al., 2001).*

Outra taxonomia mais recente de objetivos educacionais – a Taxonomia de Marzano e Kendall (2007) – inclui também vários níveis de complexidade dos processos do sistema cognitivo, englobando quatro processos: recuperação, compreensão, análise e utilização do conhecimento (Figura 1.4.). Estes quatro processos estão ordenados hierarquicamente dentro do sistema cognitivo, sendo a recuperação o processo mais simples e a utilização do conhecimento, em situações desconhecidas, o processo mais complexo.

Na investigação sobre análise curricular, realizada pelo Grupo ESSA, tem-se recorrido, consoante os estudos, a uma destas duas taxonomias para avaliar o nível de complexidade das capacidades cognitivas, enquanto indicador da exigência conceptual.

**Fundamentos sociológicos.** Para além de fundamentos epistemológicos (que decorrem de aspetos relacionados com a construção e com a estrutura do conhecimento científico) e de fundamentos psicológicos (que decorrem de aspetos mais diretamente relacionados com os processos cognitivos), existem também fundamentos sociológicos que estão na base de um ensino conceptualmente exigente.



**Níveis de processamento**

*Figura 1.4. Níveis de processamento e domínios de conhecimento da taxonomia de Marzano (Marzano & Kendall, 2007).*

Quando se questiona “Quem deve ter acesso ao conhecimento científico”, está subjacente uma posição de cariz ideológico que nos remete para o *princípio da igualdade social* em termos de acesso de todos os alunos a um conhecimento científico que vá para além do conhecimento terminológico e factual e ao desenvolvimento de capacidades cognitivas que não se limitem à memorização ou à compreensão de nível simples. Com base na teoria de Bernstein e de acordo com Morais (Domingos, 1989), o sucesso escolar numa sociedade democrática pressupõe o acesso de todos os alunos ao conhecimento legitimado pela comunidade científica e pela sociedade, permitindo-lhes assim o acesso ao discurso do poder e ao poder do discurso.

Outro importante fundamento de natureza sociológica tem a ver com os princípios ideológicos subjacentes à construção curricular. Como

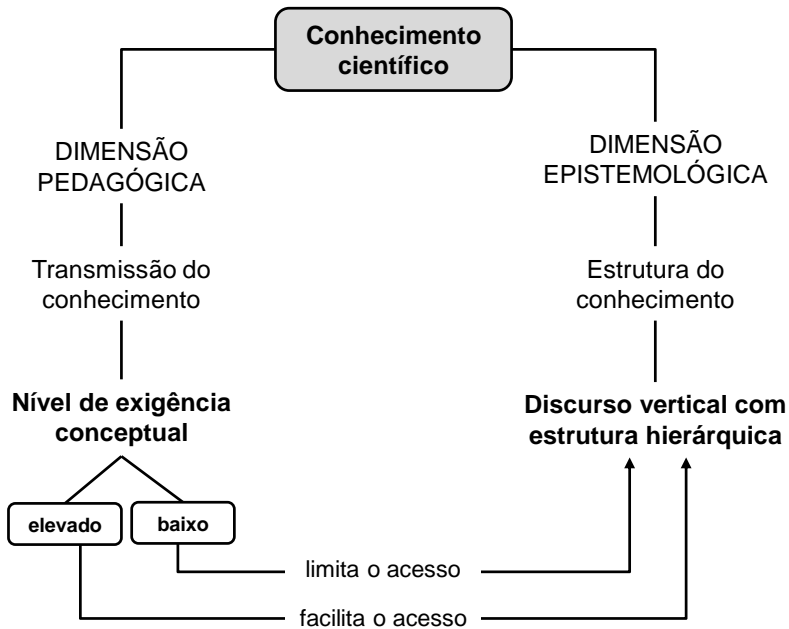


Bernstein (1990, citado em Domingos et al., 1986) defende, “o modo como a sociedade seleciona, classifica, distribui, transmite e avalia o conhecimento educacional formal reflete a distribuição de poder e os princípios de controlo social. Por isso, as diferenças e a mudança na organização, na transmissão e na avaliação do conhecimento educacional devem ser uma área fundamental de interesse sociológico da educação” (p. 149).

**Exigência conceptual na relação entre a dimensão pedagógica e epistemológica do conhecimento científico.** Com o esquema da Figura 1.5. pretende-se pôr em evidência um dos aspetos fundamentais da relação que se pode estabelecer entre as dimensões epistemológica e pedagógica do conhecimento científico. A dimensão pedagógica refere-se à transmissão do conhecimento, neste caso entendido em função do nível de exigência conceptual; a dimensão epistemológica refere-se à estrutura do conhecimento científico, enquanto conhecimento vertical com uma estrutura hierárquica. Tendo presente a relação entre as duas dimensões, pode afirmar-se que um currículo que apele a um baixo nível de exigência conceptual limita o acesso dos alunos à estrutura hierárquica que caracteriza o conhecimento científico; pelo contrário, um currículo que apele a um elevado nível de exigência conceptual facilita o acesso dos alunos a essa estrutura.

Defender um nível elevado de exigência conceptual como uma forma de facilitar o acesso de todos os alunos à própria estrutura do conhecimento científico, quanto aos conhecimentos e às capacidades, tem sido a posição do Grupo ESSA, baseada não só em fundamentação teórica mas também em dados empíricos de estudos realizados a vários níveis de escolaridade (ex., Calado, Neves & Morais, 2014; Ferreira & Morais, 2014; Silva, Morais & Neves, 2014b; Pires, Morais & Neves, 2004), como será evidenciado através da apresentação de alguns resultados de investigação. É, contudo, de relevante importância salientar que, ao defender-se um nível elevado de exigência conceptual, tal não significa que se esteja a desvalorizar conhecimentos e capacidades de nível mais baixo, igualmente necessários a uma aprendizagem eficiente. É também de realçar que a defesa de uma ou de outra posição relativamente ao nível de exigência

conceptual envolve questões ideológicas, quer da parte dos construtores de currículos, quer da parte dos professores que os põem em prática.



*Figura 1.5.* Exigência conceptual e estrutura do conhecimento no contexto educacional das ciências (adaptado de Moraes & Neves, 2012).

**Metodologia de investigação usada em análise curricular.** De forma a facilitar a explicitação do modo como foram concebidos os modelos e instrumentos de análise curricular que se apresentam de seguida, impõe-se clarificar a metodologia de investigação que se tem vindo a usar, não só em estudos sobre a exigência conceptual dos currículos, mas também em estudos sobre as temáticas que serão abordadas nas duas partes seguintes. A Figura 1.6. traduz, de forma global, o modelo dessa metodologia de investigação, construído por Moraes e Neves (2001), a partir das ideias de Bernstein (1996) sobre linguagens de descrição.

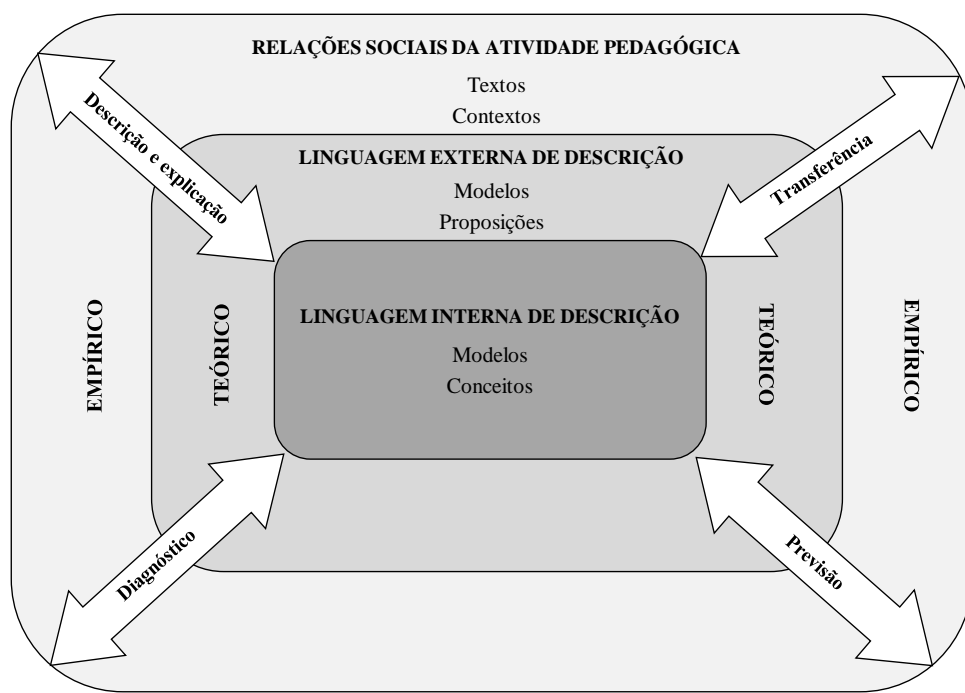


Figura 1.6. Modelo da metodologia sociológica de investigação (Morais & Neves, 2001, adaptado de Bernstein, 1996).

Tendo por base este esquema, pode dizer-se que os modelos e instrumentos de análise têm sido construídos com base em modelos e conceitos de teorias de várias áreas do conhecimento (o que Bernstein designa por linguagem interna de descrição) e, nesta perspetiva, usa-se uma abordagem racionalista. Os conceitos ainda muito abstratos da linguagem interna de descrição são operacionalizados em modelos e proposições que constituem a linguagem externa de descrição. Nesta operacionalização tem-se em conta os dados empíricos fornecidos pelos textos e contextos em estudo e, nesta perspetiva, usa-se uma abordagem de natureza mais naturalista. Os instrumentos de análise são então construídos com base numa relação dialética entre o teórico e empírico. A investigação segue, assim, um modelo de metodologia misto, que associa perspetivas racionalistas (mais associadas a abordagens quantitativas) com naturalistas (mais associadas a abordagens qualitativas). Um aspeto crucial

desta metodologia tem a ver com a natureza das teorias que constituem a linguagem interna de descrição. Apenas teorias de gramática forte, isto é com poderes de diagnóstico, de descrição e explicação, de previsão e de transferência, são capazes de orientar a investigação. A teoria de Bernstein, enquanto possuindo estes poderes, tem sido por isso uma das principais fontes conceptuais da investigação do Grupo ESSA.

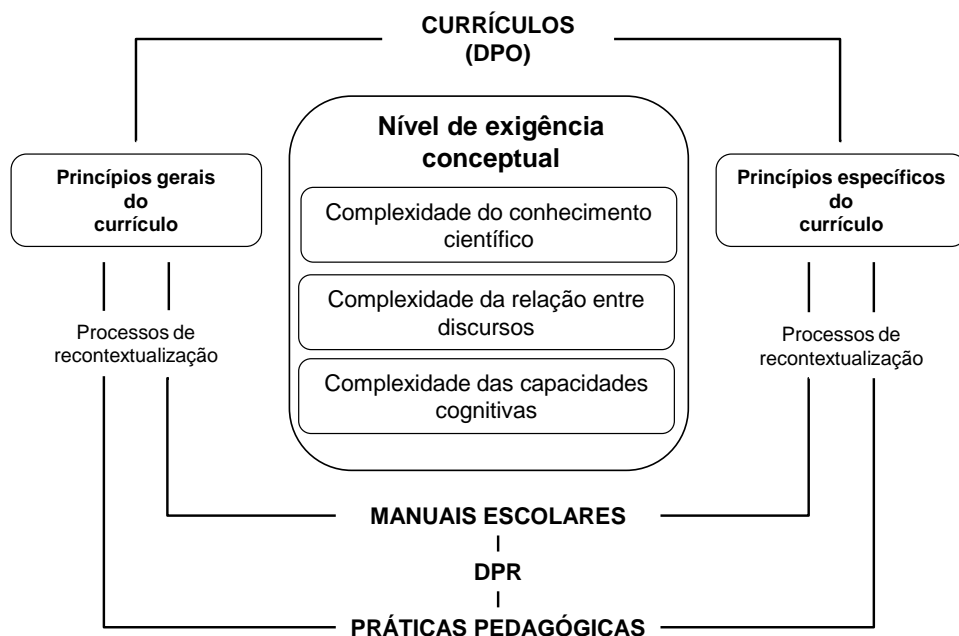
### Modelos de análise

Como referido anteriormente, a exigência conceptual no ensino das ciências tem sido analisada em função de três dimensões: complexidade dos conhecimentos científicos, complexidade das relações entre discursos e complexidade das capacidades cognitivas. São diversos os textos educacionais e relações que podem e têm sido objeto de análise nos estudos realizados pelo Grupo ESSA: os princípios gerais e os princípios específicos de currículos, que fazem parte do discurso pedagógico oficial (DPO); os manuais escolares e as práticas pedagógicas, ambos discursos pedagógicos de reprodução (DPR); e ainda os processos de recontextualização que podem ocorrer entre estes diversos textos educacionais, isto é, as transformações que os textos sofrem quando são transferidos de um contexto para outro contexto (Figura 1.7.). A análise apresentada vai estar sobretudo focada em currículos de ciências.

De forma a analisar os documentos curriculares, os respetivos textos foram organizados em quatro secções – Conhecimentos, Finalidades, Orientações Metodológicas e Avaliação – de acordo com a natureza da informação que esses textos continham. Esta organização baseou-se no facto de estes aspetos fazerem usualmente parte dos documentos oficiais, independentemente da designação específica que lhes é atribuída. Estas secções constituíram os indicadores de análise que foram, assim, estabelecidos com base nos dados empíricos.

Para a análise de cada uma das dimensões de exigência conceptual, foram construídos e aplicados instrumentos de análise. Em relação à complexidade das capacidades cognitivas, o instrumento de análise contém quatro graus de complexidade. Esses graus têm sido definidos com

base em diferentes taxonomias de categorização das capacidades cognitivas, de que são exemplo a taxonomia revista de Bloom (Anderson et al., 2001) e a taxonomia de Marzano (Marzano & Kendall, 2007).



*Figura 1.7.* Nível de exigência conceitual de textos educacionais e processos de recontextualização (adaptado de Moraes & Neves, 2012).

Na Tabela 1.1. apresenta-se um excerto deste instrumento que foi construído tendo em consideração a taxonomia revista de Bloom. O grau 1 corresponde a capacidades cognitivas pertencentes à categoria memorizar, que envolve a evocação de conhecimento da memória de longo prazo, incluindo os processos cognitivos de reconhecer e recordar e ainda capacidades pertencentes à categoria compreender ao nível mais elementar, incluindo os processos cognitivos de clarificar e exemplificar. O grau 2 corresponde também a capacidades cognitivas pertencentes à categoria compreender, mas é pressuposta a compreensão de mensagens

complexas que incluem os processos cognitivos de classificar, sumariar, inferir, comparar e explicar; este grau compreende ainda capacidades cognitivas pertencentes à categoria aplicar, envolvendo o desenvolvimento ou utilização de informação numa determinada situação, como a aplicação de um procedimento a uma tarefa que é familiar (processo cognitivo de executar). O grau 3 corresponde a capacidades cognitivas, também pertencentes à categoria aplicar, mas neste caso, a um nível elevado, ou seja, envolve a aplicação de um procedimento a uma tarefa que não é familiar (processo cognitivo de implementar); este grau compreende ainda capacidades da categoria analisar, onde se integram os processos cognitivos de diferenciar, organizar e desconstruir. O grau 4 diz respeito às capacidades cognitivas de maior complexidade, como as categorias avaliar e criar, estando incluídos na categoria avaliar os processos cognitivos de testar e de criticar e na categoria criar os processos cognitivos de formular hipóteses, planificar e produzir.

Tabela 1.1.

*Excerto do instrumento de caracterização da complexidade das capacidades cognitivas.*

<b>Grau 1</b>	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 3</b>	<b>Grau 4</b>
São referidas capacidades de baixo nível de complexidade, envolvendo processos que implicam adquirir e armazenar informação e compreender mensagens instrucionais simples.	São referidas capacidades com um nível de complexidade superior ao grau 1, como compreender mensagens instrucionais complexas e aplicar a um nível baixo.	São referidas capacidades com um nível de complexidade superior ao grau 2, envolvendo as capacidades de aplicar, a um nível elevado, e de analisar.	São referidas capacidades com um nível de complexidade muito elevado, como as capacidades de avaliar e de criar.

*Nota.* Adaptado de Afonso et al. (2013).

Na Tabela 1.2. apresentam-se alguns exemplos de unidades de análise do currículo de Ciências Naturais do 3.º ciclo do ensino básico (CEB),

nomeadamente do documento relativo às Orientações Curriculares (DEB, 2002), ainda em vigor em conjunto com as Metas Curriculares (MEC, 2013, 2014), e a respetiva análise quanto à complexidade das capacidades cognitivas. Salienta-se que os exemplos que se apresentam resultam de investigação que foi realizada anteriormente à implementação das atuais metas.

Tabela 1.2.

*Exemplos da complexidade das capacidades cognitivas no currículo de Ciências Naturais do 3.º CEB.*

- 
- |     |  |
|-----|--|
| [1] | Grau 1 – “Os alunos devem conhecer a localização do material genético na célula, o que pode ser concretizado com recurso a esquemas da constituição celular.” ( <i>Orientações Curriculares 3.º ciclo</i> , p. 33) |
|-----|--|
- 
- |     |   |
|-----|---|
| [2] | Grau 2 – “Certos conceitos, como produtor, consumidor e nível trófico, podem ser referidos mediante a exploração de cadeias alimentares simples. Pode ser pedido aos alunos que construam cadeias alimentares, em texto ou desenho, de forma a serem interpretadas pelos colegas.” ( <i>Orientações Curriculares 3.º ciclo</i> , p. 24) |
|-----|---|
- 
- |     |  |
|-----|--|
| [3] | Grau 3 – “A pesquisa de informação sobre o trabalho de cientistas que contribuíram para o conhecimento do organismo humano e para o desenvolvimento de procedimentos médicos e cirúrgicos...” ( <i>Orientações Curriculares 3.º ciclo</i> , p. 36) |
|-----|--|
- 
- |     |   |
|-----|---|
| [4] | Grau 4 – “Uma atividade a realizar consiste na análise de documentos previamente selecionados pelo professor que evidenciem conflitos de interesses inerentes a estas questões. Esta temática favorece a promoção de ambientes de aprendizagem baseados na resolução de problemas e em exercícios de tomada de decisão.” ( <i>Orientações Curriculares 3.º ciclo</i> , p. 29) |
|-----|---|
- 

*Nota.* Adaptado de Afonso et al. (2013).

No excerto [1] apela-se à memorização da localização do material genético da célula e, por isso, esta unidade de análise foi classificada com o grau 1. Quanto ao excerto [2] salienta-se a utilização de um verbo de forma ambígua (explorar) e de outro verbo que não é representativo de uma capacidade cognitiva (construir). Nestes casos, é necessário olhar para o contexto geral da unidade e procurar identificar o processo cognitivo que está a ser solicitado, tendo em conta a definição apresentada pelos autores da taxonomia revista de Bloom para cada categoria e

processos cognitivos. Neste exemplo, sobressai o processo cognitivo de compreender a um nível mais complexo, tendo sido classificado com o grau 2. No excerto [3] a metodologia sugerida apela a capacidades cognitivas complexas, como pesquisar informação. Esta capacidade está incluída na categoria analisar, pelo que a unidade de análise foi classificada com o grau 3. Por último, no excerto [4] as metodologias sugeridas apelam a capacidades cognitivas complexas, como resolver problemas e tomar decisões. A unidade de análise foi, assim, classificada com o grau 4, uma vez que estas capacidades estão incluídas na categoria avaliar.

Para analisar a complexidade dos conhecimentos científicos, foi construído um instrumento que, à semelhança do anterior, também contém quatro graus de complexidade. Essa complexidade está baseada na distinção entre factos, conceitos simples, conceitos complexos e temas unificadores/teorias, tendo em consideração as definições que diversos autores apresentam (ex., Anderson et al., 2001; Cantu & Herron, 1978). Na Tabela 1.3. apresenta-se um excerto deste instrumento.

Tabela 1.3.

*Excerto do instrumento de caracterização da complexidade dos conhecimentos científicos.*

<b>Grau 1</b>	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 3</b>	<b>Grau 4</b>
É referido conhecimento de baixo nível de complexidade, como factos.	É referido conhecimento de nível de complexidade superior ao grau 1, como conceitos simples.	É referido conhecimento de nível de complexidade superior ao grau 2, envolvendo conceitos complexos.	É referido conhecimento de nível de complexidade muito elevado, envolvendo temas unificadores e/ou teorias.

*Nota.* Adaptado de Afonso et al. (2013) e de Ferreira e Moraes (2014).

Como se pode verificar na Tabela 1.3., o grau 1 corresponde a factos. 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 baseada em várias observações, como por exemplo “a água pura ferve a (ou próximo de) 100 °C” ou “o sal comum dissolve-se na água enquanto o giz não” (Millar, Tiberghien & Maréchal, 2002, p. 13). O grau 2 integra conceitos simples. Um conceito é uma “construção mental, um grupo de elementos ou atributos comuns partilhados por certos objetos ou eventos” (Brandwein et al., 1980, p. 12) e representa uma ideia que surge da combinação de vários factos ou de outros conceitos. Neste caso, os conceitos simples caracterizam-se por ter um baixo nível de abstração, com atributos definidores e exemplos que são observáveis (Cantu & Herron, 1978), como é o caso dos conceitos de árvore e de inseto (ao nível mais baixo de compreensão). O grau 3 inclui conceitos complexos. Estes equivalem aos conceitos abstratos preconizados por Cantu e Herron (1978) e são aqueles que, ao contrário dos anteriores, não têm exemplos perceptíveis ou, então, têm atributos definidores que não são perceptíveis, como é o caso dos conceitos de fotossíntese e de respiração celular. O grau 4 corresponde a temas unificadores e teorias. Os temas unificadores dizem respeito a ideias estruturantes e correspondem, em ciências, às generalizações sobre o mundo que são aceites pelos académicos em cada área específica (Pella & Voelker, 1968) como, por exemplo, o tema “os organismos interagem com o ambiente, trocando matéria e energia” (Campbell & Reece, 2008, p. 6). 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, Schweingruber & Shouse, 2007).

Na Tabela 1.4. apresentam-se alguns exemplos da análise do documento Orientações Curriculares de Ciências Naturais do 3.º ciclo (DEB, 2002) quanto à complexidade dos conhecimentos científicos. No excerto [5] a metodologia apresentada sugere a mobilização de factos, pelo que foi classificada com o grau 1. O excerto [6] apela a conceitos simples. Os conceitos incluídos neste excerto, relacionados com os fatores bióticos e abióticos dos ecossistemas, apresentam um baixo nível de abstração. O excerto [7], comparado com o anterior, apresenta conceitos com um maior nível de abstração, pelo que foi classificado com grau 3. No excerto [8] a

metodologia indicada, ainda que de forma genérica, apela à mobilização de conhecimentos de nível de complexidade muito elevado, envolvendo leis e modelos científicos. Deste modo, o excerto foi classificado com o grau 4.

Tabela 1.4.

*Exemplos da complexidade dos conhecimentos científicos no currículo de Ciências Naturais do 3.º CEB.*

- 
- |     |  |
|-----|--|
| [5] | Grau 1 – “Os alunos podem pesquisar materiais de que são feitas a maior parte das nossas roupas que atualmente substituem cada vez mais os materiais naturais como algodão, lã, seda, ou borracha. A verificação de etiquetas de vestuário será uma estratégia [...]” ( <i>Orientações Curriculares 3.º ciclo</i> , p. 28) |
|-----|--|
- 
- |     |   |
|-----|---|
| [6] | Grau 2 – “A questão ‘Como interagem os seres vivos com o ambiente?’ pressupõe que os alunos compreendam que do ambiente fazem parte não só as condições físico-químicas, mas também todos os factores que interatuam com os seres vivos em causa – factores abióticos e bióticos.” ( <i>Orientações curriculares 3.º ciclo</i> , p. 23) |
|-----|---|
- 
- |     |  |
|-----|--|
| [7] | Grau 3 – “Para se iniciar o estudo dos ecossistemas, sugere-se o visionamento de um filme sobre a vida animal e vegetal com a correspondente discussão na aula. Os alunos devem compreender os conceitos de ecossistema, espécie, comunidade, população e habitat. [...]” ( <i>Orientações Curriculares 3.º ciclo</i> , p. 23) |
|-----|--|
- 
- |     |  |
|-----|--|
| [8] | Grau 4 – “Sugere-se a análise e discussão de evidências, situações problemáticas, que permitam ao aluno adquirir conhecimento científico apropriado, de modo a interpretar e compreender leis e modelos científicos, reconhecendo as limitações da Ciência e da Tecnologia na resolução de problemas, pessoais, sociais e ambientais.” ( <i>Orientações Curriculares 3.º ciclo</i> , p. 6) |
|-----|--|
- 

*Nota.* Adaptado de Afonso et al. (2013).

Relativamente à complexidade das relações entre discursos, também designadas por relações intradisciplinares, o instrumento foi construído de modo a possuir também uma escala de quatro graus. Neste caso, recorreu-se ao conceito de classificação de Bernstein (1990, 2000) para definir os graus da escala ( $C^{-}$ ,  $C^{-}$ ,  $C^{+}$ ,  $C^{++}$ ). A classificação diz respeito ao estabelecimento de fronteiras mais ou menos acentuadas, neste caso, entre conhecimentos distintos dentro de uma determinada disciplina. Fronteiras marcadas (Grau 1/ $C^{++}$ ) correspondem a uma situação em que não existe relação entre conhecimentos distintos e fronteiras esbatidas (Grau 4/ $C^{-}$ )

correspondem a uma situação em que existe uma forte relação entre conhecimentos distintos. Na Tabela 1.5. apresenta-se um excerto deste instrumento.

Tabela 1.5.

*Excerto do instrumento de caracterização da complexidade das relações entre discursos.*

<b>Grau 1</b> <b>C<sup>++</sup></b>	<b>Grau 2</b> <b>C<sup>+</sup></b>	<b>Grau 3</b> <b>C<sup>-</sup></b>	<b>Grau 4</b> <b>C<sup>--</sup></b>
Contemplam apenas a relação entre conhecimentos de ordem simples dentro do mesmo tema. <i>Ou</i> É omissa conhecimento científico indispensável à compreensão da relação entre conhecimentos dentro do mesmo tema.	Contemplam a relação entre conhecimentos de ordem simples de temas diferentes.	Contemplam a relação entre conhecimentos de ordem complexa, ou entre estes e conhecimentos de ordem simples, dentro do mesmo tema.	Contemplam a relação entre conhecimentos de ordem complexa, ou entre estes e conhecimentos de ordem simples, de temas diferentes.

*Nota.* Adaptado de Afonso et al. (2013) e de Calado, Neves e Morais (2014).

Na construção deste instrumento consideraram-se, por um lado, conhecimentos de duas ordens de complexidade: ordem simples, que inclui factos e conceitos simples, e ordem complexa, que inclui conceitos complexos, temas unificadores e teorias; e, por outro, relações que podem ocorrer entre conhecimentos dentro do mesmo tema ou entre conhecimentos de temas diferentes. Foram também estabelecidos os seguintes pressupostos: a relação entre conhecimentos de temas diferentes representa um grau maior de intradisciplinaridade do que a relação entre conhecimentos do mesmo tema; e a ordem (simples ou complexa) dos conhecimentos envolvidos na relação contribui mais para o estabelecimento de um maior grau de intradisciplinaridade do que o facto de esta ocorrer dentro do mesmo tema ou entre temas. Deste modo,

estabeleceu-se que os graus 1 e 2 da escala, correspondentes aos valores mais fortes de classificação ( $C^{++}$  e  $C^+$ ), correspondem a situações em que ocorre relação entre conhecimentos de ordem simples, quer estes sejam relativos ao mesmo tema ( $C^{++}$ ) ou a temas diferentes ( $C^+$ ). Os graus 3 e 4, correspondentes a classificações mais fracas ( $C^-$  e  $C^{--}$ ), referem-se a situações em que ocorre relação entre conhecimentos de ordem complexa, ou entre estes e conhecimentos de ordem simples, quer entre conhecimentos do mesmo tema ( $C^-$ ), quer entre conhecimentos de temas diferentes ( $C^{--}$ ).

Nos estudos onde foi construído e aplicado este instrumento (ex., Calado, Neves & Calado, 2014), verificou-se a necessidade de acrescentar, no grau 1, um descritor que retratasse a situação em que estão omissos conhecimentos científicos (ex., conceito de homeostasia) considerados indispensáveis à compreensão da relação entre determinados conhecimentos.

Na Tabela 1.6. apresentam-se exemplos para cada um dos graus de complexidade das relações entre discursos. No excerto [9], a metodologia apela à relação entre conhecimentos de ordem simples dentro do mesmo tema, pelo que foi avaliada com o grau 1 (classificação muito forte). O excerto [10] apela à relação entre conhecimentos de vários sistemas do corpo humano mas ao nível de conhecimentos de ordem simples e, por isso, foi avaliado com o grau 2. O excerto [11] apela à relação entre conhecimentos de ordem complexa, dentro do mesmo tema. É de salientar que no documento Orientações Curriculares os sistemas nervoso e hormonal fazem parte da mesma unidade temática. Finalmente, no excerto [12] sugere-se a exploração de uma questão que apela à relação entre conhecimentos de ordem complexa de temas diferentes, relativos a vários sistemas do corpo humano. Este excerto foi, assim, avaliado com o grau 4 (classificação muito fraca).

Estes diversos instrumentos, com as respetivas adaptações, têm permitido inferir quanto ao nível de exigência conceptual de diferentes textos e contextos educacionais de ciências do sistema educativo português (ex.,

Afonso et al., 2013; Calado, Neves & Morais, 2014; Ferreira & Morais, 2014).

Tabela 1.6.

*Exemplos da complexidade da relação entre discursos no currículo de Ciências Naturais do 3.º CEB.*

- 
- [9] Grau 1/C<sup>++</sup> – “Os alunos podem pesquisar o valor energético de vários alimentos nos rótulos ou em listas dietéticas e interpretar dados que relacionem gastos energéticos do organismo em diferentes condições físicas.” (*Orientações Curriculares 3.º ciclo*, p. 36)
- 
- [10] Grau 2/C<sup>+</sup> – “Os alunos devem conhecer certos efeitos do consumo de álcool, tabaco e droga e de alterações na prática de atividade física e nos hábitos de higiene sobre a integridade física e/ou psíquica do organismo.” (*Orientações Curriculares 3.º ciclo*, p. 36)
- 
- [11] Grau 3/C<sup>-</sup> – “Partindo de situações familiares aos alunos (picadas, queimaduras, nervosismo em situação de avaliação), e realçando o carácter voluntário ou involuntário das reações, deve ser referido o papel do sistema nervoso (central e periférico) e do sistema hormonal na coordenação do organismo.”\* (*Orientações Curriculares 3.º ciclo*, p. 34)
- \*Os sistemas nervoso e hormonal fazem parte da mesma unidade de ensino do currículo.
- 
- [12] Grau 4/C<sup>-</sup> – “Tomando como exemplo uma questão anteriormente sugerida, relativa à alteração do ritmo cardíaco, a sua exploração implica, essencialmente, noções relativas aos sistemas circulatório, respiratório e metabolismo (caso a situação que origina essa alteração seja, por exemplo, a prática desportiva), ou aos sistemas circulatório, nervoso e hormonal (caso seja uma situação que cause ansiedade ou que origine um susto).” (*Orientações Curriculares 3.º ciclo*, p. 34)
- 

*Nota.* Adaptado de Afonso et al. (2013) e de Calado, Neves e Morais (2014).

## Análise de currículos – *Workshop*

A exigência conceptual diz respeito ao nível de complexidade em educação científica, o qual pode ser traduzido pela complexidade do conhecimento científico, das relações entre conhecimentos distintos de uma dada disciplina científica e também pela complexidade das capacidades cognitivas. Este nível de exigência conceptual pode ser apreciado em textos oficiais, como o currículo ou os programas das disciplinas e também a partir de outros textos e contextos pedagógicos

como sejam, respetivamente, os manuais escolares e as práticas pedagógicas. A consciencialização do nível de exigência conceptual, presente no discurso pedagógico oficial e em outros textos e contextos pedagógicos, é importante para todos os que têm responsabilidades no campo da educação. No caso concreto dos professores, esse conhecimento pode ajudar a uma reflexão crítica dos documentos curriculares oficiais e de outros documentos pedagógicos e ainda à regulação da sua própria prática pedagógica.

Este *workshop* está direccionado para a análise da exigência conceptual veiculada nas Metas Curriculares de Ciências Naturais dos 8.º e 9.º anos, recorrendo-se para o efeito a instrumentos de análise concebidos no âmbito de alguns projetos de investigação do Grupo ESSA. Assim, começa-se por recordar os parâmetros de análise da exigência conceptual, os instrumentos utilizados e, seguidamente, procede-se à análise dos documentos, retirando da mesma as considerações mais relevantes.

### Desenvolvimento do *workshop*

**Parâmetros e instrumentos de análise.** O documento em análise refere-se às Metas Curriculares de Ciências Naturais do 8.º e 9.º anos de escolaridade (MEC, 2013, 2014). No 8.º ano, foram seleccionados para análise, no Domínio *Sustentabilidade na Terra* e Subdomínio *Ecossistemas*, o objetivo geral *Compreender a importância dos fluxos de energia na dinâmica dos ecossistemas* e todos os descritores associados. No 9.º ano, foram seleccionados, no Domínio *Viver Melhor na Terra* e Subdomínio *Organismo humano em equilíbrio*, o objetivo geral *Sintetizar o papel do sistema hormonal na regulação do organismo* e os respetivos descritores. Cada um dos objetivos e cada um dos descritores representa uma unidade de análise. A Figura 1.1., anteriormente apresentada, evidencia que a apreciação do nível de exigência conceptual de cada uma das unidades implica a sua análise em termos da complexidade das capacidades cognitivas e dos conhecimentos científicos e também em termos das relações entre conhecimentos distintos de uma dada disciplina científica que, neste caso, é a disciplina de Ciências Naturais.

Como já referido, foram concebidos, no âmbito do Grupo ESSA, instrumentos para a caracterização dos vários parâmetros da exigência conceptual (Afonso et al., 2013; Ferreira & Morais, 2014). O instrumento a utilizar para a análise da complexidade das capacidades cognitivas baseia-se na taxonomia proposta por Anderson e colaboradores (2001) e apresenta uma escala de quatro graus (Tabela 1.1.). Além do recurso a este instrumento, a análise das metas curriculares pressupõe ter também presente os exemplos de capacidades cognitivas pertencentes aos vários graus da escala (Tabela 1.7.). De sublinhar que os exemplos apresentados nesta tabela não pretendem ser exaustivos.

Tabela 1.7.

*Exemplos de capacidades cognitivas de diferentes graus de complexidade.*

Grau 1		Grau 2	
Memorizar	Compreender (simples)	Compreender (complexa)	Aplicar (simples)
Conhecer	Descrever	Comentar <sup>(a)</sup>	Discutir
Definir	Exemplificar	Comparar <sup>(a)</sup>	Debater
Designar	Identificar	Distinguir <sup>(a)</sup>	Mobilizar <sup>(a)</sup>
Enumerar	Ilustrar	Explicar <sup>(a)</sup>	
Enunciar	Legendar	Interpretar <sup>(a)</sup>	
Indicar	Observar	Justificar <sup>(a)</sup>	
Listar	Salientar	Prever <sup>(a)</sup>	
Relembrar	Selecionar <sup>(a)</sup>	Relacionar <sup>(a)</sup>	
Grau 3		Grau 4	
Aplicar (complexa)	Analisar	Avaliar	Criar
Aplicar	Categorizar	Argumentar	Explicar <sup>(b)</sup>
Mobilizar <sup>(b)</sup>	Comentar <sup>(b)</sup>	Avaliar	Formular hipóteses
	Comparar <sup>(b)</sup>	Criticar	Formular problemas
	Distinguir <sup>(b)</sup>	Julgar	Justificar <sup>(b)</sup>
	Interpretar <sup>(b)</sup>	Prever <sup>(b)</sup>	Planear e realizar trabalhos
	Investigar (pesquisar, selecionar e organizar informação)	Resolver problemas	
	Pesquisar	Tomar decisões	
	Relacionar <sup>(b)</sup>		
	Selecionar <sup>(b)</sup>		

*Notas:* (a) Capacidade incluída em dois graus diferentes. A sua classificação neste grau terá em consideração a menor complexidade do processo cognitivo envolvido. (b) Capacidade incluída em dois graus diferentes. A sua classificação neste grau terá em consideração a maior complexidade do processo cognitivo envolvido. Adaptado de Afonso et al. (2013).

Para a análise do nível de complexidade do conhecimento científico, o instrumento utilizado contém uma escala com quatro graus, estando a diferença de complexidade dos graus baseada na distinção entre factos, conceitos simples, conceitos complexos e temas unificadores/teorias, pelo que o grau 1 corresponde aos factos, o grau 2 aos conceitos simples, o grau 3 aos conceitos complexos e o grau 4 aos temas unificadores e teorias (ver excerto do instrumento na Tabela 1.3).

Para exemplificação da análise da relação entre conhecimentos científicos, utiliza-se o instrumento, cujo excerto se apresentou na Tabela 1.5. Este instrumento possui também uma escala com quatro graus, cujo significado se baseia no conceito de classificação de Bernstein (1990, 2000) e ainda no grau de complexidade dos conhecimentos envolvidos na relação.

**Análise dos textos.** Com base nas dimensões de análise do nível de exigência conceptual acima explicitadas e utilizando os instrumentos de caracterização dessas dimensões, passa-se à análise de parte das Metas Curriculares de Ciências Naturais para os 8.º e 9.º anos, as quais já se encontram organizadas por unidades de análise. No entanto, dadas as limitações de tempo, esta análise centrar-se-á apenas na complexidade dos conhecimentos e das capacidades cognitivas. Este trabalho deve ser realizado em grupos<sup>2</sup> e não deve ir além de 60 minutos. De referir que é muito importante não reinterpretar a mensagem do documento oficial, devendo a análise centrar-se apenas no que está escrito. Porém, em relação à classificação das capacidades cognitivas, o verbo utilizado nos descritores (unidades de análise) nem sempre é representativo da capacidade cognitiva envolvida, sendo fundamental a identificação dos processos cognitivos. É igualmente importante que, ao analisar o objetivo geral e respetivos descritores, se tenha em mente que o grau de complexidade do objetivo terá que ser igual ou superior ao maior grau atribuído aos descritores, devendo para isso a análise incidir primeiramente nos descritores e só depois no objetivo geral. Após todos os grupos terem concluído as análises, procede-se à sua discussão geral.

---

<sup>2</sup> No workshop realizado, dado os espaços disponíveis, não foi possível fazer grupos, como estava previsto, tendo a discussão sido feita a pares.



**Discussão da análise dos textos.** No sentido de proceder à discussão geral do trabalho realizado pelos diferentes grupos, parte-se da análise de cada unidade, feita por um dos grupos, e coloca-se em confronto com a análise dos outros grupos, de modo a chegar-se a um consenso. Com base nesta discussão, e na análise feita previamente pelo grupo que organizou e orientou este *workshop*, apresenta-se, na Tabela 1.8., uma proposta de análise<sup>3</sup> das Metas Curriculares de Ciências Naturais do 8.º ano e, na Tabela 1.9., uma proposta de análise das Metas Curriculares de Ciências Naturais do 9.º ano.

Tabela 1.8.

*Resultados da análise das metas curriculares de Ciências Naturais do 8.º ano.*

<i>Metas Curriculares – Ciências Naturais 8.º ano</i>		<b>Análise</b>	
		Complexidade das capacidades cognitivas	Complexidade dos conhecimentos científicos
Subdomínio “Ecosistemas”	<b>7. Compreender a importância dos fluxos de energia na dinâmica dos ecossistemas (p. 19)</b>	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 3</b>
	<b>7.1.</b> Indicar formas de transferência de energia existentes nos ecossistemas.	<b>Grau 1</b>	<b>Grau 3</b>
	<b>7.2.</b> Construir cadeias tróficas de ambientes marinhos, fluviais e terrestres.	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>
	<b>7.3.</b> Elaborar diversos tipos de cadeias tróficas a partir de teias alimentares.	<b>Grau 1</b>	<b>Grau 2</b>
	<b>7.4.</b> Indicar impactes da ação humana que contribuam para a alteração da dinâmica das teias alimentares.	<b>Grau 1</b>	<b>Grau 1</b>
	<b>7.5.</b> Discutir medidas de minimização dos impactes da ação humana na alteração da dinâmica dos ecossistemas.	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>

<sup>3</sup> A ambiguidade do documento das *Metas Curriculares de Ciências Naturais* devido, no caso das capacidades, aos verbos utilizados nem sempre claros e, no caso dos conhecimentos, à não explicitação dos conceitos de modo a que se perceba a profundidade com que vão ser tratados, pode levar a uma análise com diferentes graus de complexidade das capacidades cognitivas e dos conhecimentos científicos.

<i>Metas Curriculares – Ciências Naturais</i> <i>8.º ano</i>	<b>Análise</b>	
	Complexidade das capacidades cognitivas	Complexidade dos conhecimentos científicos
<b>8. Sintetizar o papel dos principais ciclos de matéria nos ecossistemas (p. 20)</b>	<b>Grau 4</b>	<b>Grau 3</b>
<b>8.1.</b> Explicar o modo como algumas atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria.	<b>Grau 4</b>	<b>Grau 3</b>
<b>8.2.</b> Explicitar a importância da reciclagem da matéria na dinâmica dos ecossistemas.	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 3</b>
<b>8.3.</b> Interpretar as principais fases do ciclo da água, do ciclo do carbono, do ciclo do oxigénio e do ciclo do azoto, a partir de esquemas.	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>
<b>8.4.</b> Justificar o modo como a ação humana pode interferir nos principais ciclos de matéria e afetar os ecossistemas.	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>

Pela análise efetuada, constata-se que este processo não é simples e requer grande atenção, uma vez que, como se referiu anteriormente, nem sempre o verbo utilizado nos descritores (unidades de análise) é representativo da capacidade cognitiva envolvida. Por exemplo, quando se consideram os descritores 7.2. e 7.3., poder-se-ia pensar que estavam envolvidas as mesmas capacidades cognitivas. No entanto, no descritor 7.2. é pressuposta uma compreensão mais complexa do que no descritor 7.3. Em 7.2., os alunos, para construírem as cadeias alimentares, necessitam conhecer seres de diferentes meios (marinhos, fluviais e terrestres), a sua alimentação e as relações tróficas entre eles. Em 7.3., basta saberem fazer a leitura de uma teia alimentar, uma vez que toda a informação de que necessitam está presente e organizada. Deste modo, no descritor 7.2. estão envolvidos processos cognitivos como *classificar* e *comparar* que não estão presentes em 7.3., pois neste estão apenas envolvidos processos cognitivos de *clarificar* e *exemplificar*.

Tabela 1.9.

*Resultados da análise das metas curriculares de Ciências Naturais do 9.º ano.*

<i>Metas Curriculares – Ciências Naturais 9.º ano</i>		<b>Análise</b>	
		Complexidade das capacidades cognitivas	Complexidade dos conhecimentos científicos
Subdomínio “Organismo humano em equilíbrio”	<b>13. Sintetizar o papel do sistema hormonal na regulação do organismo (p. 6)</b>	<b>Grau 4</b>	<b>Grau 3</b>
	<b>13.1.</b> Distinguir os conceitos de glândula, de hormona e de célula alvo.	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>
	<b>13.2.</b> Localizar as glândulas endócrinas: glândula pineal, hipófise, hipotálamo, ilhéus de Langerhans, ovário, placenta, suprarrenal, testículo, tiroide.	<b>Grau 1</b>	<b>Grau 1</b>
	<b>13.3.</b> Referir a função das hormonas: adrenalina, calcitonina, insulina, hormona do crescimento, e melatonina.	<b>Grau 1</b>	<b>Grau 2</b>
	<b>13.4.</b> Explicar a importância do sistema neuro-hormonal na regulação do organismo.	<b>Grau 4</b>	<b>Grau 3</b>
	<b>13.5.</b> Caracterizar, sumariamente, três doenças do sistema hormonal.	<b>Grau 1</b>	<b>Grau 1</b>
	<b>13.6.</b> Descrever dois contributos da ciência e da tecnologia para minimizar os problemas associados ao sistema hormonal.	<b>Grau 1</b>	<b>Grau 2</b>
	<b>13.7.</b> Indicar medidas que visem contribuir para o bom funcionamento do sistema hormonal.	<b>Grau 1</b>	<b>Grau 1</b>

Nos descritores 13.2. e 13.5. também se verifica um desfasamento entre o verbo e a capacidade cognitiva envolvida (Tabela 1.9.). Em ambos os descritores, os verbos utilizados (respetivamente localizar e caracterizar) estão ao nível da categoria *memorizar*, uma vez que em 13.2. se pretende que os alunos recordem onde estão as glândulas endócrinas referidas e em 13.5. que os alunos indiquem as características de três doenças do sistema hormonal.

Apesar de não se pretender reinterpretar a mensagem do documento, também quando se consideram os objetivos gerais 8 e 13 e os respectivos descritores, o verbo *sintetizar* em vez de aparecer com o significado de *resumir* deveria ser substituído por *explicar*. Em face dos descritores apresentados, o verbo *sintetizar* dos objetivos gerais parece inadequado.

Decorrente da análise efetuada, poder-se-ão destacar algumas ideias sobre a exigência conceptual, veiculada nas metas curriculares, que se passam a sistematizar:

(1) As metas curriculares, quando se considera a conceptualização das capacidades cognitivas e dos conhecimentos científicos, apresentam um baixo nível de exigência conceptual.

(2) Nas metas curriculares analisadas não se encontram temas unificadores, predominando conhecimentos com baixo nível de complexidade (graus 1 e 2). Note-se que o título de cada um dos subdomínios apresentados não é suficiente para integrar os diversos conhecimentos considerados em cada um desses subdomínios, sendo necessária a introdução de uma ideia/meta organizadora, pelo menos para cada subdomínio. Embora admitindo que um documento desta natureza deva ser sintético, os autores poderiam ter optado por conhecimentos complexos, tendo os professores de inferir os conhecimentos de menor nível de complexidade. Deste modo, a organização do documento, tal como está, pressupõe que o conhecimento científico seja explorado de forma segmentada, sem articulação entre os diferentes assuntos.

(3) Quanto ao nível de complexidade das capacidades cognitivas – que surgem inerentes aos objetivos gerais e aos respectivos descritores – as metas centram-se em processos cognitivos de baixo nível de complexidade, prevalecendo os níveis mais baixos das duas primeiras categorias da Taxonomia revista de Bloom, respetivamente, *memorizar* e *compreender*. Não se pretende defender que as metas curriculares sejam caracterizadas apenas por elevados níveis de complexidade dos processos cognitivos, mas o inverso também não deve ser verdade. Sem desvalorizar o papel da memorização no processo de ensino/aprendizagem, os autores

das metas curriculares deveriam ter elevado o nível de exigência de modo a existir um equilíbrio entre capacidades simples e complexas.

(4) Ainda no que respeita à análise das capacidades cognitivas, mas tomando o caso específico das capacidades de processos científicos – formas de pensamento mais diretamente envolvidas na investigação científica – verificou-se que estas estavam ausentes das unidades analisadas. Dada a importância destas capacidades num currículo de ciências, como é defendido por vários autores (ex., Hofstein & Kind, 2012; Hofstein & Naaman, 2007; Lunetta, Hofstein & Clough, 2007), é preocupante que isto aconteça, uma vez que na parte do documento que não foi analisada neste *workshop* a tendência é também nesse sentido, isto é, estas capacidades de processos científicos estão pouco representadas.

(5) Para além de todos os aspetos já mencionados, acresce ainda referir a existência, num mesmo descritor, de conhecimentos e capacidades cognitivas com níveis de complexidade muito díspares. Grandes discrepâncias entre os graus atribuídos aos conhecimentos e às capacidades podem levantar dúvidas quanto ao seu interesse no processo de ensino/aprendizagem. Por exemplo, tendo em conta o descritor 7.1., será possível adquirir conhecimento de nível elevado – conceitos complexos – apelando apenas à memorização?

(6) Há descritores que, pela forma como estão formulados se centram num baixo nível de exigência conceptual, mas que contêm conceitos que podem ser muito complexos, como é por exemplo o caso da “dinâmica dos ecossistemas” referida do descritor 7.5. Este facto torna evidente a necessidade de explicitar de forma bem clara os principais conceitos de um currículo, de modo a que todos os seus utilizadores saibam a que profundidade esses conceitos se destinam a ser apreendidos pelos alunos. E também, neste aspeto, as metas curriculares apresentam graves lacunas.

A exigência conceptual depende também da complexidade das relações entre conhecimentos distintos. Embora este parâmetro do nível de exigência conceptual não fosse objeto de análise pelos grupos do *workshop*, exemplifica-se essa análise considerando os descritores 13.1. e 13.4. das metas curriculares do 9.º ano (Tabela 1.9.) e o instrumento atrás

descrito (Tabela 1.5.). O descritor 13.1. apela à relação entre conhecimentos de ordem simples dentro do mesmo tema, pelo que deve ser classificado com o grau 1 (C<sup>++</sup>). O descritor 13.4. apela à relação entre conhecimentos de ordem complexa, entre temas diferentes, uma vez que os sistemas nervoso e hormonal, no documento das metas curriculares, fazem parte de unidades diferentes, devendo ser classificado com o grau 4 (C<sup>-</sup>).

### Considerações finais

Pelo trabalho desenvolvido neste *workshop*, é possível constatar que os instrumentos de análise utilizados permitem a obtenção de dados sobre o grau de conceptualização das Metas Curriculares de Ciências Naturais e, desse modo, fundamentar a reflexão que se faz das mesmas. Não basta dizer que não se concorda com este ou outro documento só porque ele não vai ao encontro dos princípios pedagógicos e ideológicos de quem discorda dele. É fundamental que a argumentação seja sustentada em dados objetivos e recolhidos por processos metodológicos credíveis. Com efeito, obtiveram-se dados que permitem concluir que as metas curriculares de ciências apelam a um baixo nível de conceptualização, ainda mais baixo do que o apresentado no documento das orientações curriculares que o antecedeu, tal como evidenciado pela investigação (ex., Calado, Neves & Moraes, 2014). Com base nessa conclusão, a discussão que se segue às análises dos documentos centra-se nos efeitos que aquele baixo nível de conceptualização poderá ter no processo de ensino/aprendizagem.

Ao admitir-se que a qualidade do sucesso das aprendizagens dos alunos deve ser uma das principais preocupações daqueles que têm responsabilidades no campo educativo, nomeadamente daqueles que têm responsabilidades na produção do discurso pedagógico oficial, devem ser questionadas as implicações que estas metas curriculares podem ter nos níveis de literacia dos alunos e, consequentemente, na qualidade do sucesso das suas aprendizagens. De acordo com a OCDE (1999), formar cidadãos cientificamente literados significa preparar os indivíduos com “a capacidade de usar o conhecimento científico, de identificar questões e de

elaborar conclusões baseadas em evidências, de forma a compreender e a ajudar a tomar decisões sobre o mundo natural e sobre as suas alterações provocadas pela atividade humana” (p. 60). De acordo com o nível de conceptualização dos conhecimentos e das capacidades veiculados nas metas curriculares, admite-se que estas não darão um grande contributo para a formação de cidadãos literados, pois parece haver um grande desfasamento entre as capacidades e os conhecimentos valorizados neste conceito de literacia científica e os valorizados nas metas curriculares. Deverá o professor, perante este cenário, cruzar os braços e refugiar-se no discurso pedagógico oficial? Com base no trabalho que tem sido desenvolvido (ex., Silva, Morais & Neves, 2014b), considera-se que esta não é uma situação inevitável, dependendo da formação dos professores e dos seus princípios pedagógicos e ideológicos. Um professor com uma formação científica e pedagógica sólidas e com princípios ideológicos que valorizem a importância de oferecer a todos os alunos uma elevada literacia científica, poderá recontextualizar o discurso pedagógico do documento das metas curriculares no sentido de aumentar o nível de exigência conceptual presente nesse discurso. Embora uma prática pedagógica de sala de aula deva, em princípio, reproduzir a mensagem do discurso pedagógico oficial, essa reprodução nunca é total, existindo sempre um potencial espaço de mudança quando se passa de um contexto para o outro. Contudo, esse espaço de mudança só será utilizado para promover uma prática conducente ao aumento de exigência conceptual, se o professor tiver competência científica e pedagógica para o fazer e se essa for a sua ideologia.

Os instrumentos utilizados na análise das metas curriculares podem ser também utilizados na análise de manuais escolares ou de testes de avaliação. Por exemplo se, na escola, os professores recorrerem a estes instrumentos para analisarem o nível de conceptualização dos testes de avaliação, isso pode ajudá-los não só a compreenderem alguns dos desempenhos dos alunos, mas também ajudá-los a alterar a conceção dos testes e da sua prática pedagógica, já que estes dois processos se regulam mutuamente.

## Resultados da investigação

Críticas recentes aos currículos de ciências em diferentes países (ex., Bybee, 2003; Bybee & Scotter, 2007; Young, 2009) indicam que esses currículos: não apresentam conteúdo desafiador, dando ênfase a factos e descurando conceitos; não têm um foco instrucional sendo os conteúdos tratados de forma superficial; não apresentam relações verticais e horizontais dos conteúdos, isto é, estão ausentes relações entre conhecimentos científicos e processos científicos nas dimensões horizontal e vertical do currículo.

No caso de Portugal, é deficiente o conhecimento sobre a educação científica promovida pelas escolas. Não se sabe se as críticas apontadas a outros currículos se aplicam aos portugueses. Faltam estudos transversais e longitudinais sobre o que os alunos portugueses aprendem, concretamente os conhecimentos e as capacidades que adquirem e desenvolvem na escola. Com o trabalho que diversas investigadoras do Grupo ESSA têm vindo a desenvolver (ex., Afonso et al., 2013; Ferreira & Morais, 2014; Silva, Morais & Neves, 2014a), tem-se procurado dar um contributo para a obtenção de dados que possam colmatar esta lacuna.

Atendendo a que o nível de exigência conceptual é uma variável muito relevante na determinação de uma educação científica de qualidade e que a educação nos primeiros anos é responsável pela construção dos alicerces onde se vão sustentar as novas aprendizagens, a investigação realizada teve como finalidade central conhecer o nível de exigência conceptual promovido ao longo de todo o ensino básico e envolveu a análise de uma grande diversidade de documentos. Os resultados de investigação que se apresentam estão centrados na investigação realizada por Afonso e colaboradoras (2013).

## Aspetos metodológicos

Os documentos analisados vão desde os que contêm o discurso pedagógico oficial (documento das competências essenciais e documentos das orientações curriculares, dos nove anos de escolaridade do ensino básico, aos documentos que recontextualizam esse discurso (manuais



escolares – os manuais mais escolhidos a nível nacional por ano de escolaridade) e a prática pedagógica dos professores, inferida através das fichas de avaliação aplicadas aos seus alunos (com uma amostragem nacional, no litoral e no interior, por todas as regiões – norte, centro e sul – do país).

Apesar de o documento das competências essenciais ter deixado de ser um documento orientador do ensino básico (DEB, 2001) e, como tal, deixar de ser uma referência para os documentos oficiais<sup>4</sup>, importa apresentar os dados da sua análise para os poder comparar com os das metas curriculares (MEC, 2013, 2014), documento substituto atualmente em vigor.

Nesta investigação foram analisados diversos parâmetros de exigência conceptual. Dois dos parâmetros que se apresentam, estão relacionados com *o que* do ensino/aprendizagem, isto é, com os conhecimentos científicos e as capacidades cognitivas e o terceiro está relacionado com *o como* do ensino/aprendizagem em termos de relação entre discursos – relação entre conhecimentos científicos (ver Figura 1.1.). Tal como referido anteriormente, a aquisição de conceitos simples e complexos e mesmo de teorias e temas unificadores, e não apenas de factos, é essencial a uma educação científica de nível elevado. A mobilização de capacidades de nível elevado, como a análise e a síntese, e não apenas a memorização e a compreensão de ideias simples, é igualmente essencial a uma educação científica de nível elevado. A relação entre discursos é, também, fundamental. Uma relação, frequente e profunda, entre conhecimentos científicos simples e complexos, sobre o mesmo tema ou sobre temas diferentes, é crucial para a aquisição de conceitos mais amplos e, em particular, de temas e teorias unificadoras.

Os instrumentos utilizados para a caracterização de cada um dos parâmetros de exigência conceptual – conhecimentos científicos, capacidades cognitivas e relação entre discursos – têm quatro graus de

---

<sup>4</sup> No ano letivo 2011/2012, o Ministério da Educação revogou o documento Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais (DEB, 2001), através do Despacho n.º 17169/2011, ficando apenas vigentes os programas/orientações curriculares das disciplinas.

complexidade e foram construídos na sequência de estudos diversos desenvolvidos no âmbito do Grupo ESSA (Alves & Morais, 2012; Calado & Neves, 2012; Ferreira & Morais, 2014; Morais & Neves, 2009; Pires, 2001). A atribuição de grau 1 correspondeu a níveis de complexidade baixos, o grau 4 correspondeu a níveis de complexidade elevados e os graus 2 e 3 a níveis de complexidade intermédios (ver Tabelas 1.1., 1.3. e 1.5.).

De forma a analisar os documentos curriculares, os respetivos textos foram organizados em quatro secções – Conhecimentos, Finalidades, Orientações Metodológicas e Avaliação – de acordo com a natureza da informação que esses textos contêm. No entanto, atendendo a limitações de espaço, apenas são apresentados os resultados globais dos 1.º, 2.º e 3.º ciclos do ensino básico em relação aos documentos das competências essenciais (CE), das orientações curriculares/programas (OC/Prog) e da prática pedagógica dos professores (PP) analisada através das suas fichas de avaliação. Além disso, procedeu-se à organização dos textos em unidades de análise. Considerou-se como unidade de análise um excerto do texto, com um ou mais períodos, que no seu conjunto tivesse um certo significado semântico.

## Resultados

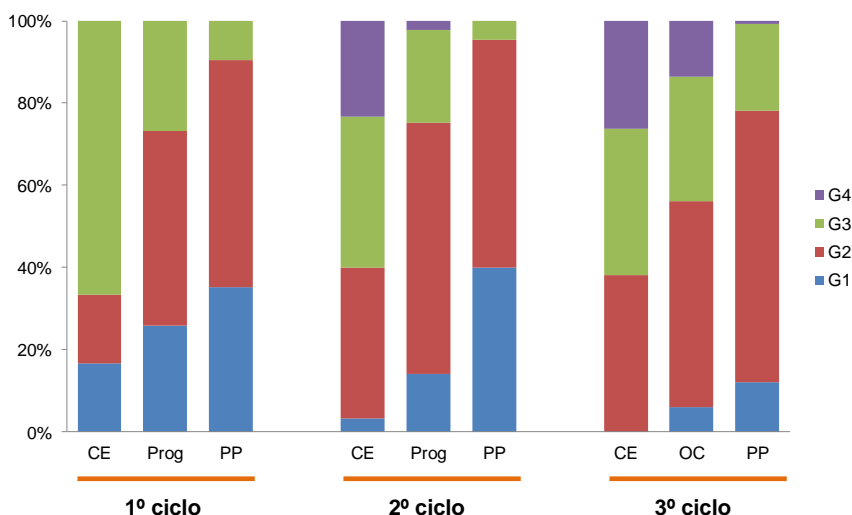
**Conhecimentos científicos.** Serão os factos e os conceitos simples os conhecimentos mais presentes ou, pelo contrário, serão os conceitos complexos, as teorias e os amplos quadros conceptuais a ter lugar de destaque nos documentos dos três ciclos do ensino básico? Para responder a esta questão apresenta-se, em primeiro lugar, os resultados da análise dos conhecimentos científicos valorizados nesses documentos (Figura 1.9.). Uma análise geral desses resultados permite verificar algumas semelhanças e padrões, entre os três ciclos de educação básica, dos quais se destacam os seguintes:

- Os resultados gerais, por documento, apontam para uma exigência conceptual mais elevada das competências essenciais seguida das orientações curriculares/programas e, finalmente, da prática pedagógica

dos professores, que apresenta conhecimentos científicos de nível mais baixo.

- Os quatro graus nem sempre estão presentes nos documentos dos três ciclos do ensino básico. Nas competências essenciais e nos programas do 1.º ciclo, bem como na prática pedagógica dos professores dos 1.º e do 2.º ciclos, os conhecimentos de grau 4 não têm qualquer representatividade.

- Em todos os ciclos, a percentagem de unidades de análise de grau 1 e de grau 2, graus correspondentes a níveis mais baixos de exigência, vai aumentando à medida que se passa das competências essenciais, para as orientações curriculares/programas e para a prática pedagógica dos professores. Concomitantemente, a representatividade dos graus 3 e 4 vai diminuindo. O grau 4 chega mesmo a estar (praticamente) ausente na prática pedagógica dos professores dos três ciclos, isto é, conhecimentos científicos mais complexos não foram, praticamente, objeto de avaliação.



*Figura 1.9.* Nível de exigência conceptual dos conhecimentos científicos nos documentos educacionais competências essenciais (CE), Orientações curriculares/programas (OC/Prog) e prática pedagógica dos professores (PP) nos três ciclos de educação básica (adaptado de Afonso et al., 2013).

Uma análise mais detalhada dos dados da Figura 1.9., agora por ciclo, permite verificar que:

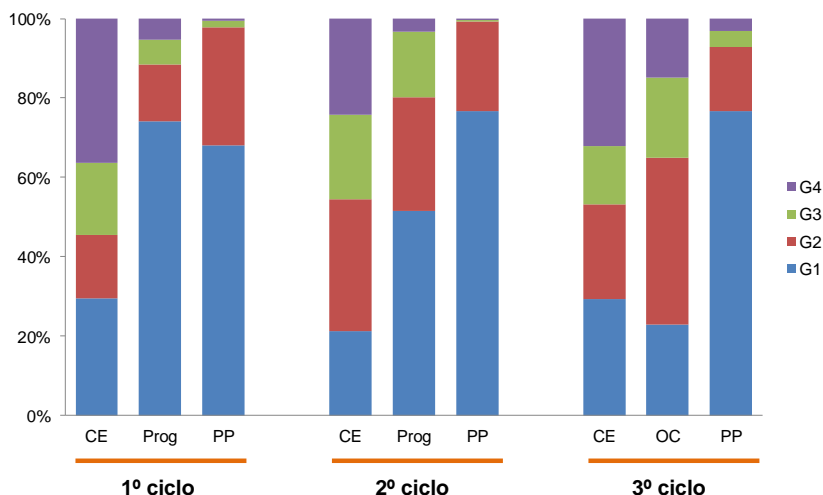
- O 1.º ciclo é, de todos, o que apresenta níveis mais baixos de exigência conceptual. O grau 4 não tem qualquer representatividade pois está praticamente ausente, em qualquer dos documentos analisados. Quanto a conhecimentos a que se atribuiu o grau 3, estes encontram-se bem representados nas competências essenciais (cerca de 70%), mas nos programas já são apenas cerca de 30% e são ainda menos na prática pedagógica dos professores (menos de 10%). Nos programas dos quatro anos de escolaridade e, particularmente, nas fichas de avaliação dos professores apenas foram atribuídos os graus 3 e 4 em algumas situações.

- No 2.º ciclo os níveis de exigência conceptual são mais elevados que no 1.º ciclo mas, ainda assim, rareiam conhecimentos científicos de grau 4 nos programas e não têm representatividade na prática pedagógica dos professores. Nas competências essenciais há um número reduzido de conhecimentos de grau 1 e uma presença razoável de graus 2, 3 e 4. Os programas são caracterizados por uma percentagem razoável de grau 1 e, particularmente, de grau 2 (num total que ronda os 80%), alguma presença de conhecimentos de grau 3 e uma percentagem reduzida de conhecimentos de grau 4 (menos de 5%). A prática pedagógica dos professores valoriza conhecimentos científicos de grau 1 (cerca de 40%), de grau 2 (cerca de 55%) e de grau 3 (cerca de 5%), não tendo os conhecimentos de grau 4 qualquer expressividade.

- No 3.º ciclo, a exigência é superior à dos outros ciclos, em qualquer um dos documentos. Verifica-se, no entanto, uma diminuição dessa exigência quando se passa do documento das competências essenciais para os restantes documentos. As fichas de avaliação dos professores, que permitem inferir quanto ao nível de exigência da respetiva prática pedagógica, apresentam um número reduzido de questões de grau 3 e um número quase insignificante de questões de grau 4.

**Capacidades cognitivas.** A Figura 1.10. apresenta os resultados da investigação relacionados com a natureza, simples ou complexa, das capacidades cognitivas referenciadas nos documentos – competências

essenciais, orientações curriculares/programas e prática pedagógica dos professores – dos três ciclos do ensino básico.



*Figura 1.10.* Nível de exigência conceptual das capacidades cognitivas nos documentos educacionais competências essenciais (CE), Orientações curriculares/programas (OC/Prog) e prática pedagógica dos professores (PP) nos três ciclos de educação básica (adaptado de Afonso et al., 2013).

Começando por uma análise geral dos resultados, é possível identificar algumas semelhanças entre os três ciclos de educação básica:

- A exigência conceptual volta a ser, como no caso dos conhecimentos, mais elevada nas competências essenciais decrescendo essa exigência à medida que se passa para as orientações curriculares/programas e destes para a prática pedagógica dos professores.
- Os documentos das competências essenciais, orientações curriculares/programas e prática pedagógica dos professores, dos 1.º e 3.º ciclos, apresentam capacidades cognitivas dos quatro graus embora sem representatividade na prática pedagógica dos professores do 1.º ciclo. Pode verificar-se que nos três ciclos o documento com maior exigência conceptual é o das competências essenciais e o de menor exigência é o da prática pedagógica dos professores. Em termos comparativos, o 3.º ciclo é

o que apresenta maior exigência conceptual em relação às capacidades cognitivas.

- As capacidades cognitivas de grau 1 têm grande expressividade em qualquer um dos documentos, particularmente nos que se relacionam com a prática pedagógica dos professores. Quanto às capacidades cognitivas de grau 4, têm uma representatividade razoável no documento das competências essenciais, mas estão praticamente ausentes na prática pedagógica dos professores.

Uma análise mais detalhada dos dados da Figura 1.10., agora por ciclo, permite verificar que:

- No 1.º ciclo, os quatro graus estão presentes em todos os documentos, no entanto a proporção dessa presença difere de documento para documento. As competências essenciais apelam a capacidades cognitivas dos diversos graus, sendo que a percentagem dos graus mais elevados (graus 3 e 4) é superior à percentagem dos graus mais baixos (graus 1 e 2), o que significa que apelam a alguma exigência. Contudo, quando se passa para os programas, a situação é bem diferente. Verifica-se que quase 90% das capacidades são de graus 1 e 2 e os restantes 10% distribuídos de forma semelhantes entre os graus 3 e 4. Na prática pedagógica dos professores identifica-se cerca de 98% de graus 1 e 2 (e destes, cerca de 60% são de grau 1), sendo os restantes 2% distribuídos pelos graus 3 e 4.

- No 2.º ciclo, a percentagem de graus 1 e 2 é de cerca de 50% nas competências essenciais (e os restantes 50% estão distribuídos de forma mais ou menos semelhante, pelos graus 3 e 4), cerca de 80% nos programas (sendo os restantes 20% distribuídos maioritariamente pelo grau 3) e quase 100% na prática pedagógica dos professores.

- No 3.º ciclo, todos os documentos apresentam capacidades cognitivas dos quatro graus, mas a representatividade dos graus 1 e 2 é bastante maior do que a dos graus 3 e 4. Verifica-se que, nas competências essenciais, a percentagem de graus 1 e 2 é de cerca de 50% e estando os restantes 50% distribuídos pelo grau 3 (cerca de 10%) e pelo grau 4 (cerca de 40%); nas orientações curriculares estes graus surgem em cerca de

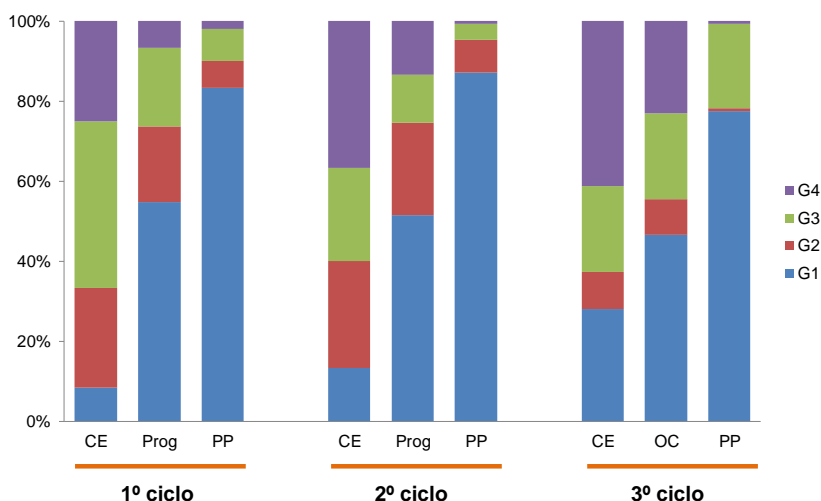
70%, sendo os restantes 30% distribuídos de forma mais ou menos equitativa pelos graus 3 e 4; na prática pedagógica dos professores mais de 90% corresponde à presença de capacidades de graus 1 e 2, sendo que os restantes 10% estão distribuídos de forma semelhante pelos graus 3 e 4.

Sintetizando o conjunto de resultados relativos aos conhecimentos científicos e às capacidades cognitivas, ressalta o seguinte: (1) a exigência conceptual é globalmente baixa, mas é mais baixa em relação às capacidades cognitivas do que em relação aos conhecimentos científicos; (2) o documento das competências essenciais é, em termos relativos, o que apresenta maior grau de exigência conceptual enquanto a prática pedagógica dos professores, apreciada em função das suas fichas de avaliação, apresenta o menor grau de exigência; e (3) o 1.º ciclo apresenta, globalmente, menor exigência conceptual nos dois parâmetros e o 3.º ciclo é o que apresenta, globalmente, maior exigência conceptual.

**Relação entre discursos (relação entre conhecimentos científicos).** A Figura 1.11. apresenta os resultados que se referem ao estabelecimento de relações entre os conhecimentos científicos referenciados nos documentos – competências essenciais, orientações curriculares/programas e prática pedagógica dos professores – dos três ciclos do ensino básico. Uma análise geral dos resultados permite verificar algumas semelhanças entre os três ciclos de educação básica:

- A exigência conceptual é mais elevada nas competências essenciais decrescendo à medida que se passa para as orientações curriculares/programas e para a prática pedagógica dos professores.
- Os quatro graus estão presentes em todos os documentos dos três ciclos do ensino básico, mas a proporção de graus 1, 2, 3 e 4 varia de documento/ano para documento/ano.
- O grau 1 das relações intradisciplinares, que pressupõe a relação entre conhecimentos de ordem simples dentro do mesmo tema, tem grande expressividade em qualquer um dos ciclos de ensino e, particularmente, na prática pedagógica dos professores. Pelo contrário, as relações intradisciplinares classificadas com o grau 4, relativas à relação entre

conhecimentos de ordem complexa de temas diferentes, têm alguma representatividade no documento das competências essenciais, mas estão praticamente ausentes na prática pedagógica dos professores.



*Figura 1.11.* Nível de exigência conceitual da relação entre conhecimentos nos documentos educacionais competências essenciais (CE), Orientações curriculares/programas (OC/Prog) e prática pedagógica dos professores (PP) nos três ciclos de educação básica (adaptado de Afonso et al., 2013).

Uma análise mais detalhada dos dados da Figura 1.11., agora por ciclo, permite verificar o seguinte:

- No 1.º ciclo as competências essenciais apelam à relação entre discursos dos diversos graus sendo que cerca de 30% são de graus 1 e 2 e cerca de 70% das unidades são de graus 3 e 4, o que significa que apelam a alguma exigência conceitual. No entanto, quando se passa para os programas, verifica-se que a situação se inverte, pois, agora, a percentagem de graus 1 e 2 é de cerca de 70% sendo de graus 3 e 4 cerca de 30%. Na prática pedagógica dos professores identifica-se cerca de 90% de graus 1 e 2 (e destes cerca de 80% são de grau 1), sendo a restante percentagem distribuída pelo grau 3 e (alguma/pouca) pelo grau 4.



- No 2.º ciclo a percentagem de graus 1 e 2, nas competências essenciais, é de cerca de 40%, estando os restantes 60% distribuídos pelo grau 3 (cerca de 20%) e pelo grau 4 (cerca de 40%); nos programas, 75% correspondem a capacidades dos graus 1 e 2, sendo os restantes 25% distribuídos de forma mais ou menos semelhante entre os graus 3 e 4; e, na prática pedagógica dos professores, mais de 95% correspondem a capacidades dos graus 1 e 2, estando o grau 1 representado em cerca de 90% e o grau 4 praticamente ausente.

- No 3.º ciclo a percentagem de graus 1 e 2 é de cerca de 40% nas competências essenciais, estando os restantes 60% distribuídos pelo grau 3 (cerca de 20%) e pelo grau 4 (cerca de 40%); nas orientações curriculares, os graus 1 e 2 estão representados em 50%, sendo os restantes 50% distribuídos de forma mais ou menos semelhante entre os graus 3 e 4; e, na prática pedagógica dos professores mais de 80% correspondem aos graus 1 e 2, sendo os 80% quase exclusivamente de grau 1, e estando o grau 4 praticamente ausente.

Sintetizando o conjunto de resultados relativos às relações entre conhecimentos científicos, pode referir-se que eles revelam um padrão semelhante ao que foi observado para as outras duas dimensões do nível de exigência conceptual: (1) diminuição da exigência conceptual, traduzida pelo aumento da percentagem de grau 1 e da diminuição da percentagem de grau 4 à medida que se passa do documento das competências essenciais para as orientações curriculares/programas e, finalmente, para a prática pedagógica dos professores; e (2) em termos relativos, o 3.º ciclo apresenta, novamente, maior exigência conceptual e o 1.º ciclo menor exigência.

Quando se comparam os níveis de complexidade dos três parâmetros de exigência conceptual, pode verificar-se que o nível da relação entre conhecimentos é, globalmente e, em termos relativos, mais baixo. No entanto, este resultado não surpreende. Atendendo a que os documentos analisados apelam predominantemente a conhecimentos científicos de graus 1 e 2, não é possível estabelecer uma relação profunda e alargada entre estes conhecimentos de forma a chegar-se a conceitos complexos e

esquemas conceptuais. Por outro lado, o incentivo a capacidades predominantemente de nível baixo não permite o desenvolvimento e a mobilização de capacidades cognitivas complexas, como a análise, a síntese e a criação, essenciais para se atingirem níveis conceptuais elevados.

### Considerações finais

Decorrente dos resultados obtidos na investigação apresentada, é importante destacar algumas ideias centrais sobre a exigência conceptual no ensino básico. Em primeiro lugar, os documentos analisados revelam níveis baixos de exigência conceptual e estes tendem a ser cada vez mais baixos à medida que se passa do documento das competências essenciais para as orientações curriculares/programas e para a prática pedagógica dos professores (fichas de avaliação). Este baixo nível de exigência conceptual prejudica fortemente o processo de ensino/aprendizagem e compromete a qualidade do sucesso das aprendizagens. Estes factos são particularmente gravosos para os alunos pertencentes a grupos sociais desfavorecidos pois são eles que muito dificilmente terão possibilidades de colmatar fora da escola as deficiências do baixo nível de conceptualização que lhes está a ser oficialmente oferecido. Não se defende que sejam apenas valorizados conhecimentos científicos, capacidades cognitivas ou relações entre conhecimentos de complexidade elevada, mas sim que haja um equilíbrio entre conhecimentos científicos, capacidades cognitivas ou relações entre conhecimentos simples e complexos, concretos e abstratos.

Nesta investigação não se analisaram as metas curriculares (MEC, 2013, 2014). Noutros estudos (ver, por exemplo, a análise efetuada no *workshop*, previamente apresentado) é possível verificar, de entre outros aspetos, que quando se considera a conceptualização dos conhecimentos científicos, as metas apresentam um baixo nível de exigência conceptual, sem temas unificadores, predominando conhecimentos com baixo nível de complexidade. Quanto à conceptualização das capacidades cognitivas, as metas centram-se em processos cognitivos de baixo nível de complexidade. Apesar da análise do nível de exigência conceptual das metas curriculares necessitar de maior desenvolvimento na direção de uma

mais elevada pormenorização, é possível referir que a substituição do documento das competências essenciais pelos documentos das metas, que se encontram atualmente em vigor, parece não ter sido uma boa opção.

Em face do trabalho apresentado, verifica-se que muitas das críticas apontadas aos currículos internacionais, e que foram anteriormente assinaladas, aplicam-se aos currículos do ensino básico português, pois foi evidente que, frequentemente, não apresentam um conteúdo desafiador, dando ênfase a factos e descurando os conceitos, que os conteúdos são tratados de forma superficial e que não são fomentadas as relações verticais e horizontais dos conhecimentos e dos processos científicos.

Por que razão tal acontece? Podem apontar-se algumas explicações plausíveis. O discurso pedagógico oficial, contido nos documentos das competências essenciais e das orientações curriculares/programas pode estar formulado (o que frequentemente acontece) de modo demasiado abrangente e vago, tornando a sua aplicabilidade sujeita a grandes recontextualizações e desvios dos princípios a eles inerentes. É importante que os currículos deixem bem explícitos os principais conhecimentos e capacidades cognitivas a desenvolver e as relações entre conhecimentos a estabelecer, de modo a que todos os seus utilizadores saibam a que profundidade devem ser explorados e a que nível os alunos os devem dominar, em cada um dos ciclos do ensino básico. Por outro lado, parece que a própria valorização da exigência conceptual não é feita nos documentos oficiais, pelo menos de forma explícita, o que pode levar a que os professores, por sua vez, também não a valorizem nas suas práticas.

Como ultrapassar esta situação? Superar este problema, de forma a conduzir a uma melhoria da educação científica de todos os alunos, passa pela alteração de algumas políticas educativas, nomeadamente:

- *Visão global e integrada do ensino básico das ciências.* “É necessário integrar as mensagens dos documentos (como os programas e as orientações curriculares), os contextos (escola, sala de aula, espaços exteriores à escola), os materiais (de apoio científico e pedagógico para professores e alunos) e os agentes educativos (professores, alunos, pais, comunidade geral)” (Afonso et al., 2013, p. 82).

- *Valorização da exigência conceptual, como dimensão de uma educação científica com significado.* A promoção de níveis elevados de exigência conceptual é essencial em qualquer nível de ensino.

- *Produção de materiais de apoio, para professores e para alunos, de elevada qualidade conceptual e processual.* Tais materiais facilitariam a promoção de níveis elevados de exigência conceptual.

- *Coerência curricular horizontal e vertical.* Coerência quer na aprendizagem dos conceitos científicos quer no desenvolvimento dos processos investigativos com níveis de complexidade e abrangência crescentes.

- *Melhoria dos currículos.* Esta melhoria deve passar por uma valorização das capacidades cognitivas de nível elevado e por uma maior orientação conceptual, relacionada com um tratamento mais aprofundado dos conhecimentos, e uma maior inter-relação entre esses conhecimentos.

- *Investimento na formação de professores.* Implementar práticas pedagógicas de elevados níveis de exigência conceptual exige professores pedagógica e cientificamente bem preparados e que, ideologicamente, defendam a exigência conceptual como um caminho para a melhoria da literacia científica dos alunos.

Para terminar, apresentam-se as seguintes ideias chave:

Aquilo que sabemos determina aquilo que somos não apenas numa dimensão individual, mas também, e sobretudo, numa dimensão social, pois há uma ligação crucial entre o conhecimento e a identidade social (Young, 2010).

Por outro lado, se a escola tem a responsabilidade social de formar e educar *todos* os alunos, então deve permitir que *todos* tenham acesso a currículos de nível elevado, para que o sucesso e uma elevada literacia científica sejam, também, igualmente acessíveis.

Os dados da investigação, concretos e detalhados, permitem saber onde se está e permitem fundamentar e orientar o caminho para onde e como se quer ir. É, no entanto, necessário saber se efetivamente os formadores e,

particularmente, os decisores do discurso pedagógico oficial querem, de facto, uma mudança nos currículos e, consequentemente, na formação científica dos nossos alunos.

## Referências

- Afonso, M., Alveirinho, D., Tomás, H., Calado, S., Ferreira, S., Silva, P., & Alves, V. (2013). *Que ciência se aprende na escola? Uma avaliação do grau de exigência no ensino básico em Portugal*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Alves, V., & Morais, A. M. (2012). A sociological analysis of science curriculum and pedagogic practices. *Pedagogies: An International Journal*, 7(1), 52-71.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. (Eds.), Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J., & Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nova Iorque: Longman.
- Bernstein, B. (1990). *Class, codes and control: Vol. IV, The structuring of pedagogic discourse*. Londres: Routledge.
- Bernstein, B. (1996). *Class, codes and control: Vol. V, Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique*. Londres: Taylor & Francis.
- 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* (Revised edition). Nova Iorque: Rowman & Littlefield.
- Bloom, B. (Ed.), Engelhart, M., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1972). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. Nova Iorque: David McKay.
- Brandwein, P., Cooper, E., Blackwood, P., Cottom-Winslow, M., Boesch, J., Giddings, M., Romero, F., & Carin, A. (1980). *Concepts in science – Teacher's edition*. Nova Iorque: Harcourt Brace Jovanovich.
- Brandwein, P.; Watson, F.; Blackwood, P. (1958). *Teaching high school science: A book of methods*. Nova Iorque: Harcourt Brace Jovanovich.
- Bruner, J. (1963). *The process of education*. Nova Iorque: Vintage Books.
- Bybee, R. (2003). The teaching of science: Content, coherence, and congruence. *Journal of Science Education and Technology*, 12(4), 343-357.
- Bybee, R., & Scotter, P. (2007). Reinventing the science curriculum. *Educational Leadership*, 64(4), 43-47.

- Calado, S., & Neves, I. (2012). Currículo e manuais escolares em contexto de flexibilidade curricular – Estudo de processos de recontextualização. *Revista Portuguesa de Educação*, 25(1), 53-93.
- Calado, S., Neves, I. P., & Morais, A. M. (2014). A exigência conceptual em currículos de ciências: Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3.º ciclo do ensino básico. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp. 107-130). Lisboa: Edições Sílabo.
- Campbell, N., & Reece, J. (2008). *Biology* (8.ª ed.). San Francisco: Pearson/ Benjamin Cummings.
- 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.
- Chalmers, A. F. (1999). *What is this thing called science?* (3.ª ed.). Indianapolis: Hackett Publishing Company.
- DEB (Departamento de Educação Básica). (2001). *Currículo nacional do ensino básico: Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DEB (Departamento de Educação Básica). (2002). *Orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Domingos, A.M. (atualmente Morais). (1989). Conceptual demand of science courses and social class. In P. Adey (Ed.), *Adolescent development and school science* (pp. 211-223). Londres: Falmer Press.
- Domingos, A.M. (atualmente Morais), Barradas, H., Rainha, H., & Neves, I. P. (1986). *A teoria de Bernstein em sociologia da educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- 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., & Morais, A. M. (2013). The nature of science in science curricula: Methods and concepts of analysis. *International Journal of Science Education*, 35(16), 2670-2691.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014). A exigência conceptual em currículos de ciências: Estudo do trabalho prático em Biologia e Geologia do ensino secundário. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp. 131-157). Lisboa: Edições Sílabo.
- Geake, J. (2009). *The brain at school: Educational neuroscience in the classroom*. Berkshire, UK: Open University Press.

- Hofstein, A., & Kind, P. (2012). Learning in and from science laboratories. In B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 189- 207). Londres: Springer.
- Hofstein, A., & Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107.
- Holton, G., & Roller, D. (1958). *Foundations of modern physical science*. Cambridge, MA: Addison-Wesley Publishing.
- Kuhn, T. (1962). *The structures of scientific revolutions*. Chicago: Chicago University Press.
- Lunetta, V., 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* (2ª ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- MEC (Ministério da Educação e Ciência). (2013). *Metas Curriculares – Ensino Básico – Ciências Naturais – 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos*. Lisboa: Autor.
- MEC (Ministério da Educação e Ciência). (2014). *Metas Curriculares – Ensino Básico – Ciências Naturais – 9.º ano*. Lisboa: Autor.
- Millar, R., Tiberghien, A., & Maréchal, J. F. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. In D. Psillos & H. Niedderer (Eds.), *Teaching and learning in the science laboratory* (pp. 9-20). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2001). Pedagogic social contexts: Studies for a sociology of learning. In A. Morais, I. Neves, B. Davies & H. Daniels (Eds.), *Towards a sociology of pedagogy: The contribution of Basil Bernstein to research* (pp. 185-221). Nova Iorque: Peter Lang.
- Morais, A. M., & Neves, I. (2009). Textos e contextos educativos que promovem aprendizagem. Optimização de um modelo de prática pedagógica. *Revista Portuguesa de Educação*, 22(1), 5-28.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2012). Estruturas de conhecimento e exigência conceptual na educação em ciências. *Revista Educação, Sociedade & Culturas*, 37, 63-88.
- OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. Paris: OCDE.
- 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.

- Pires, P. (2001). *Práticas pedagógicas inovadoras em educação científica - Estudo no 1.º ciclo do ensino básico*. Tese de Doutoramento em Educação (Didática das Ciências), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Pires, D., Morais, A., & Neves, I. (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade. Estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista de Educação*, XII(2), 119-132.
- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. Londres: Hutchinson.
- Silva, P., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2014a). O que se ensina e como se ensina em currículos de ciências: Estudo do currículo de ciências do 1.º ciclo do ensino básico. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp. 49-78). Lisboa: Edições Sílabo.
- Silva, P., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2014b). Materiais curriculares, práticas e aprendizagens: Estudo do contexto das ciências do 1.º ciclo do ensino básico. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp. 183-212). Lisboa: Edições Sílabo.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Ed. M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Young, M. (2009). Education, globalization and the ‘voice of knowledge’. *Journal of Education and Work*, 22(3), 193-204.
- Young, M. (2010). *Conhecimento e currículo – Do socioconstrutivismo ao realismo social na sociologia da educação*. Porto: Porto Editora.