

***Trabalho prático em currículos e práticas pedagógicas.***

**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. 104-154). Lisboa: CNE. (2015)

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

## TRABALHO PRÁTICO EM CURRÍCULOS E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

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>

### Conceptualização e modelos de análise

Abordando-se a temática do trabalho prático, e em particular do trabalho prático laboratorial, dá-se continuidade à defesa de currículos de nível elevado no ensino das ciências. Reiteram-se também os argumentos a favor de currículos de nível de exigência elevado e da importância da conceptualização dos conhecimentos e das capacidades como forma de promover uma aprendizagem conducente à igualdade de acesso e de sucesso de *todos* os alunos, agora aplicados ao trabalho prático e ao trabalho laboratorial em particular. Com base nessa conceptualização, apresentam-se ainda alguns modelos de análise.

### Conceptualização

O trabalho prático realizado pelos alunos é essencial para o processo de ensino/aprendizagem das ciências e são várias as razões apontadas por diversos autores para o desenvolver. Autores como Woolnough e Allsop (1985), Hodson (1990), Hofstein e Lunetta (2004), Lunetta, Hofstein e Clough (2007), Millar, Maréchal e Tiberghien (1999), Millar (2004, 2010) apontam razões como: motivar e estimular o interesse pelas ciências; desenvolver capacidades práticas e técnicas de laboratório; ter a possibilidade de sentir o fenómeno, ou através dos sentidos ou dos instrumentos; intensificar a aprendizagem de conhecimento científico; desenvolver determinadas atitudes científicas, como a objetividade; desenvolver capacidades de resolução de problemas; desenvolver o

---

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

pensamento científico; ajudar a estabelecer ligações entre o mundo real dos objetos, dos materiais e dos fenómenos, e o mundo abstrato dos pensamentos e ideias; desenvolver tanto conhecimento científico como conhecimento sobre a ciência; e compreender a natureza da ciência. Contudo, a decisão sobre que trabalho prático implementar, quando e como implementar, deve ser suportada por uma reflexão sobre os objetivos a atingir, tendo sempre presente uma elevada exigência conceptual, para que todos os alunos tenham, como se referiu, igualdade de acesso e de sucesso.

**Trabalho prático.** O que significa “trabalho prático”? São várias as concepções de trabalho prático defendidas por diversos autores: umas valorizando o papel ativo desempenhado pelos alunos como são, por exemplo, a posição de Hodson (1993) que considera “toda e qualquer atividade em que os alunos desempenhem um papel ativo” (p. 106) e também a de Leite (2001) que refere serem “todas as atividades que exigem que o aluno esteja ativamente envolvido, nos domínios psicomotor, cognitivo ou afetivo” (p. 78).

Outros autores, porém, valorizam essencialmente a interação, mais ou menos direta, dos alunos com os objetos e os fenómenos, recorrendo à mobilização de capacidades ligadas à investigação. Estão neste grupo autores como Lunetta, Hofstein e Clough (2007) que defendem que o trabalho prático é aquele que envolve “experiências de aprendizagem nas quais os alunos interagem com materiais ou com fontes secundárias de dados para observar e compreender o mundo natural” (p. 394) ou como Millar (2010) que identifica como trabalho prático “qualquer atividade de ensino e de aprendizagem em ciências em que os alunos, trabalhando individualmente ou em pequenos grupos, observam e/ou manipulam os objetos ou materiais que estão a estudar” (p. 109). Embora estes autores apresentem aspetos semelhantes nas suas concepções de trabalho prático, elas diferem entre si pois para Lunetta e colaboradores, o aluno tem que efetivamente manipular objetos e, neste sentido, atividades de demonstração realizadas pelo professor, por exemplo, não são consideradas como atividades práticas, enquanto que para Millar não é a

manipulação direta dos objetos que determina o caráter prático da atividade.

Tendo em consideração as definições apresentadas e no contexto da investigação desenvolvida por Ferreira e Morais (2014a) do Grupo ESSA, apresenta-se e defende-se um significado de trabalho prático próximo do preconizado por Lunetta e colaboradores (2007) e um pouco mais restrito que a definição apresentada por Hodson (1993) e Leite (2001). Entende-se assim por trabalho prático todas as “atividades de ensino/aprendizagem em ciências em que o aluno esteja ativamente envolvido e que permitam a mobilização de capacidades de processos científicos e de conhecimentos científicos, podendo concretizar-se através de papel e lápis ou de observação e/ou manipulação de materiais” (Ferreira & Morais, 2014a, p. 58). Embora se possam encontrar várias tipologias de trabalho prático (ver, por exemplo, Afonso, 2008), na conceção usada nessa investigação, as atividades práticas podem concretizar-se sob diversas formas, como atividades laboratoriais, trabalhos de pesquisa bibliográfica, simulações, visitas de estudo, atividades de discussão orientada, exercícios de aplicação com utilização ou não de recursos digitais.

Nesta conceção, estar ativamente envolvido e mobilizar capacidades de processos científicos são, efetivamente, dois aspetos centrais e definidores de trabalho prático. Como também se depreende, estes aspetos incorporam uma perspetiva abrangente, pois o envolvimento ativo obriga à utilização de uma diversidade de capacidades, como colocar questões, planificar investigações, observar, comparar e explicar resultados, na consecução e concretização de uma multiplicidade de atividades.

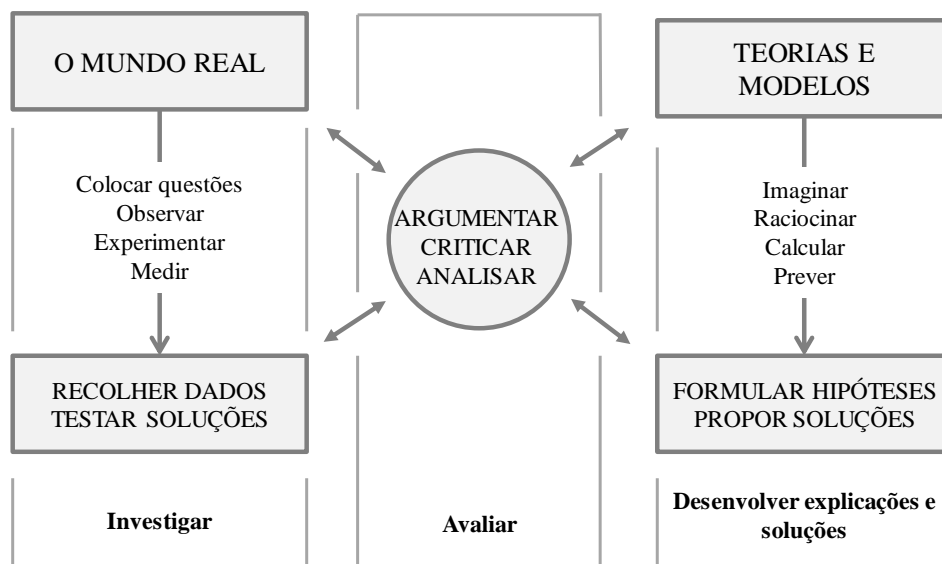
**Capacidades de processos científicos.** Inerentes ao trabalho prático estão as capacidades de processos científicos (ex., Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007), também denominadas de capacidades de inquérito ou de capacidades investigativas por outros autores (ex., Ketelhut et al., 2010), que permitem o desenvolvimento e a aquisição de conhecimentos e de processos científicos.

O currículo inglês *National Science Education Standards* de 1996 esclarece que as capacidades de processos científicos, a desenvolver nas

atividades de trabalho prático, podem traduzir-se em: fazer observações; colocar questões; fazer pesquisas em livros e noutras fontes de informação para se ver o que já se sabe; planificar investigações; rever o que já se sabe com base em evidências experimentais; usar ferramentas para obter, analisar e interpretar dados; propor respostas, explicações e previsões; e comunicar os resultados (NRC, 1996). Já Chiapetta (1997) considera que as capacidades de processos científicos estão relacionadas com “os padrões de pensamento que os cientistas usam para construir o conhecimento, representar ideias e comunicar informação” (p. 24). As capacidades de processos científicos são, assim, formas de pensamento mais diretamente envolvidas na investigação científica.

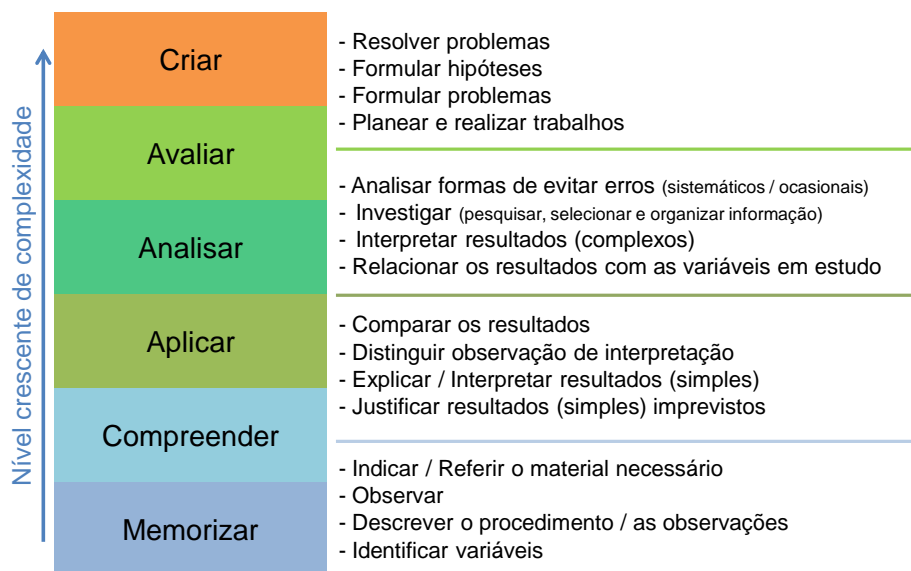
Reformas mais recentes no ensino das ciências, como o currículo americano *Next Generation Science Standards* de 2012 (NRC, 2012), continuam a salientar a importância dos processos científicos. Neste currículo destaca-se ainda o facto de o conhecimento científico central a cada disciplina dever ser aprendido no contexto das práticas de inquérito. Neste sentido, os autores deste currículo optaram pelo termo processos científicos em vez de capacidades de processos científicos ou capacidades de inquérito para enfatizarem o facto da investigação científica envolver quer capacidades quer conhecimentos. As práticas científicas dizem, assim, respeito “às práticas principais que os cientistas utilizam quando investigam e constroem modelos e teorias sobre o mundo” (NRC, 2012, p. 30), como evidenciado no esquema da Figura 2.1.

Os processos científicos que se podem encontrar neste currículo americano são, por exemplo, os seguintes: colocar questões; desenvolver e usar modelos; planificar e realizar investigações; analisar e interpretar dados; usar pensamento matemático e computacional; construir explicações; argumentar a partir de evidências; e obter, avaliar e comunicar informação (NRC, 2012).



*Figura 2.1.* Um modelo da atividade científica (adaptado de NRC, 2012).

Porém, as capacidades envolvidas nos processos científicos podem apresentar diferentes níveis de complexidade e, com base na conceptualização de Bruner (1963), devem ser desenvolvidas de forma cada vez mais complexa. Por exemplo, a Taxonomia de Bloom, revista por Anderson e colaboradores (2001), apresentada na secção temática anterior (Parte I), categoriza as capacidades em seis níveis de complexidade, desde a memorização, que envolve a evocação de conhecimento da memória de longo prazo, até à criação, que envolve a associação de elementos para formar um todo coerente ou funcional ou a reorganização de elementos num novo padrão ou estrutura. A Figura 2.2. exemplifica a categorização de algumas das capacidades de processos científicos pelos vários níveis desta taxonomia.



*Figura 2.2.* Capacidades de processos científicos categorizadas por níveis do processo cognitivo da taxonomia revista de Bloom (adaptado de Anderson et al., 2001).

Embora todas as tipologias de trabalho prático possam desenvolver e mobilizar estas capacidades de processos científicos, considera-se que o trabalho laboratorial desempenha um papel essencial.

**Trabalho laboratorial.** O trabalho laboratorial, aqui entendido como “todas as atividades de ensino/aprendizagem em ciências em que o aluno esteja ativamente envolvido e que permitam a mobilização de capacidades de processos científicos e de conhecimentos científicos, devendo ser concretizadas através da observação e/ou interação com materiais e equipamento de laboratório (ou outros materiais alternativos)” (Ferreira, 2014, p. 36), é crucial no ensino e na aprendizagem das ciências. À semelhança de Leite (2001) e de Leite e Dourado (2013), considera-se que uma atividade laboratorial implica a utilização de materiais de laboratório, ou materiais alternativos, em que o aluno esteja ativamente envolvido e que, tendo em conta a definição de trabalho prático adotada, mobilize capacidades de processos científicos.

A implementação de trabalho laboratorial é indispensável, tanto pela centralidade como pela especificidade do papel que desempenha no empreendimento científico e no ensino e aprendizagem das ciências. Sem trabalho laboratorial não há ciência, como também não há um verdadeiro ensino e uma real aprendizagem da ciência. O trabalho laboratorial pode ser mais ou menos estruturado, mais orientado pelo professor ou mais orientado pelo aluno, mais fechado (um caminho, uma solução) ou mais aberto (vários caminhos, várias soluções), como referem Wellington e Ireson (2008), mas é essencial que seja realizado.

Tendo em conta as múltiplas dimensões do trabalho laboratorial, os educadores de ciências têm vindo a sugerir uma grande variedade de modos de classificá-lo. Por exemplo, Millar, Tiberghien e Maréchal (2002) desenvolveram um sistema de classificação das atividades laboratoriais em que consideraram os seguintes aspetos: os objetivos de aprendizagem, relativos quer ao conhecimento científico quer aos processos científicos; e os elementos principais da conceção da atividade, nomeadamente a sua estrutura cognitiva (o que se espera que os alunos façam com os objetos e com as ideias), o nível e a natureza do envolvimento dos alunos e o seu contexto prático (a duração da atividade, as fontes de informação disponíveis, entre outros fatores). A Tabela 2.1. exemplifica alguns dos aspetos tidos em consideração por Millar e colaboradores (2002) no seu sistema de classificação das atividades laboratoriais.

Uma outra classificação de trabalho laboratorial é apresentada por Bell, Smetana e Binns (2005). Estes autores associam o trabalho laboratorial ao ensino através de inquérito e descrevem um modelo que inclui quatro categorias de inquérito, que variam consoante a quantidade e o tipo de informação fornecida pelo professor ao aluno. Começando com atividades laboratoriais mais dirigidas pelo professor, em que é dada a maior parte da informação ao aluno, os autores estabeleceram os seguintes níveis de inquérito: de confirmação (nível 1), estruturado (nível 2), guiado (nível 3) e aberto (nível 4). A Tabela 2.2. caracteriza estes quatro níveis de inquérito.

Tabela 2.1.

*Sistema de classificação das atividades laboratoriais quanto ao nível e à natureza do envolvimento dos alunos.*

<i>Grau de abertura da atividade</i>			
Aspeto da atividade laboratorial	Definido pelo professor	Decidido em discussão	Escolhido pelos alunos
Questão			
Equipamento			
Procedimento			
Métodos de recolha de dados			
Interpretação dos resultados			
<i>Natureza do envolvimento dos alunos</i>			
Demonstrada pelo professor, os alunos observam			
Demonstrada pelo professor, os alunos observam e assistem-no			
Realizada pelos alunos em pequenos grupos			
Realizada pelos alunos individualmente			

*Nota.* Adaptado de Millar et al. (2002).

Tabela 2.2.

*Modelo de quatro níveis de inquérito.*

Nível de inquérito	Questão	Métodos	Interpretação dos resultados
1 (de confirmação)	X	X	X
2 (estruturado)	X	X	
3 (guiado)	X		
4 (aberto)			

*Nota.* O X assinala a informação fornecida pelo professor. Adaptado de Bell et al. (2005).

Nas atividades de confirmação (por exemplo, quando os alunos no final de um capítulo verificam um conceito que já foi ensinado) os alunos conhecem os resultados pretendidos e o professor fornece a questão e o procedimento. Nas atividades de inquérito estruturado, os alunos investigam uma questão, seguindo um determinado procedimento, ambos apresentados pelo professor. As atividades destes dois níveis de inquérito

são normalmente conhecidas como atividades laboratoriais tipo receita, uma vez que incluem instruções passo a passo. Pelo contrário, nas atividades de inquérito guiado é solicitado aos alunos que elaborem o procedimento de modo a responder à questão de investigação apresentada pelo professor e nas atividades laboratoriais de tipo aberto, os alunos formulam as questões e elaboram os seus procedimentos, pois nenhuma informação é fornecida pelo professor.

Bell e colaboradores (2005) defendem que os níveis de inquérito devem ser encarados como um contínuo, em que os alunos devem progredir gradualmente dos níveis mais baixos para os níveis mais elevados, devidamente acompanhados e orientados pelo professor. Apesar de se pretender levar os alunos a desenvolverem capacidades envolvidas numa atividade de nível 4, de tipo aberto, não se pode esperar que comecem a partir desse nível elevado de inquérito. Do mesmo modo, não se pode esperar que os alunos conduzam investigações de inquérito de elevado nível depois de terem participado exclusivamente em atividades de baixo nível.

Apesar da importância e da centralidade do trabalho laboratorial, não se defende a ideia do aluno como cientista, pois os alunos não conseguem por eles próprios construir o conhecimento científico. Há diferenças significativas entre a investigação realizada pelos cientistas e o trabalho laboratorial investigativo realizado pelos alunos. Os alunos devem ser encarados, como referem Gil-Pérez e colaboradores, como “investigadores novatos” (2002, p. 560), em que realizam investigação orientada pelo professor e os resultados que obtêm podem ser reforçados, completados ou questionados pelo professor e pelos outros alunos.

**Exigência conceptual do trabalho prático.** De acordo com o conceito desenvolvido por Morais e Neves (2012), apresentado na secção temática anterior (Parte I), a exigência conceptual da educação científica inclui aspetos relacionados com *o que* (conhecimentos e capacidades) e com *o como* (relações entre discursos) do discurso pedagógico. Centrando-se no trabalho prático, Ferreira e Morais (2014a) defendem que um trabalho prático conceptualmente exigente envolve a conceptualização de *o que*, ao

nível da complexidade dos conhecimentos científicos e das capacidades cognitivas mobilizados nesse trabalho prático, e de *o como*, ao nível da relação entre teoria e prática e da relação entre diferentes atividades práticas (Figura 2.3.). O próprio tipo de trabalho prático, nomeadamente do trabalho laboratorial, pode alterar o nível de exigência conceptual.

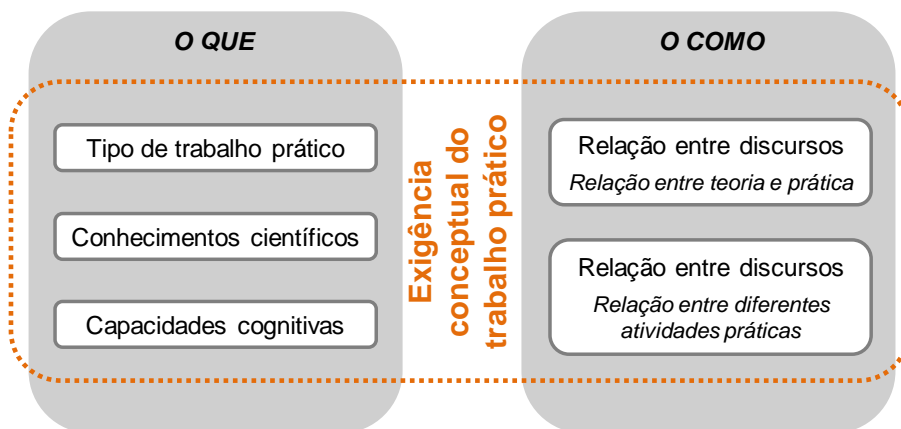


Figura 2.3. Parâmetros de exigência conceptual no âmbito das atividades práticas (adaptado de Ferreira, 2014 e de Ferreira & Morais, 2014a).

A análise do nível de exigência conceptual das atividades práticas configura-se de grande importância, tanto para os professores, como para outros agentes, direta ou indiretamente envolvidos na educação científica dos alunos, como são, por exemplo, os autores dos manuais escolares. A título de exemplo, são apresentados mais adiante (modelos de análise) instrumentos que permitem analisar a exigência conceptual de algumas destas dimensões, a propósito de atividades práticas presentes em currículos e em manuais escolares.

**Considerações finais.** Apesar da importância e da necessidade de implementar trabalho prático, com particular relevância para o trabalho laboratorial investigativo, para uma verdadeira aprendizagem das ciências, ele não deve ser realizado de qualquer forma e sem qualquer cuidado.

Aliás, vários autores (ex., Abrahams & Millar, 2008; Afonso et al., 2013) têm identificado dois grandes grupos de falhas que podem comprometer o potencial destas atividades:

(1) falhas estruturais, que se referem à ausência ou deficiente operacionalização de variáveis, à falta de rigor na identificação dos materiais e dos procedimentos, tornando difícil a sua realização e a obtenção de resultados válidos, e à falta de coerência entre o problema a investigar e o trabalho realizado para lhe dar resposta e entre os resultados obtidos e a interpretação que lhes é dada;

(2) falhas científicas e pedagógicas, que têm a ver com o recurso a atividades normalmente do tipo fechado, envolvendo um único caminho – o do protocolo experimental – e uma única solução, que são quase exclusivamente estruturadas e orientadas pelo professor, não apelando a conhecimentos científicos nem a capacidades de processos científicos de nível elevado, que não estabelecem relações com outras atividades, outros conhecimentos, outras capacidades de processos científicos anteriormente desenvolvidos, e que não integram o conhecimento mais teórico com os conhecimentos e os procedimentos mais práticos.

A promoção da exigência conceptual ao nível da implementação de atividades práticas em ciências exige condições físicas e logísticas, mas, essencialmente, a valorização da exigência conceptual do trabalho prático nos contextos de aprendizagem e de avaliação. Exige ainda, como condição indispensável e crucial, formação de professores nesta área.

### Modelos de análise

Alguns dos principais problemas identificados nas atividades práticas laboratoriais podem ser colmatados tendo em consideração as dimensões de exigência conceptual do trabalho prático: complexidade dos conhecimentos científicos, complexidade das relações entre discursos e complexidade das capacidades cognitivas. Os modelos que se apresentam vão estar focados na análise realizada em diferentes textos e contextos de trabalho prático do sistema educativo português, mostrando-se exemplos do 1.º ciclo do ensino básico (CEB) e do ensino secundário.

Foram construídos e aplicados instrumentos de análise para a avaliação de cada uma das dimensões de exigência conceptual do trabalho prático. O instrumento de análise da complexidade das capacidades cognitivas contém quatro graus de complexidade. Esses graus têm sido definidos com base em diferentes taxonomias de categorização das capacidades cognitivas, de que é exemplo a taxonomia revista de Bloom (Anderson et al., 2001). Na Tabela 2.3. apresenta-se um excerto deste instrumento.

Tabela 2.3.

*Excerto do instrumento de caracterização da complexidade das capacidades cognitivas ao nível do trabalho prático e exemplos de capacidades de processos científicos.*

<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.
<i>Exemplos de capacidades de processos científicos</i>			
Observar (gráficos/ tabelas, procedimentos e resultados experimentais)	Identificar variáveis	Controlar variáveis	Formular problemas
Medir	Interpretar dados (menor complexidade)	Interpretar dados (maior complexidade)	Formular hipóteses

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

Na Tabela 2.4. apresentam-se dois exemplos de atividades práticas que podem ser solicitadas a alunos do 1.º CEB. No primeiro exemplo, as capacidades de processos científicos envolvidas na atividade que se

propõe são simples, ao nível do processo de compreensão de mensagens instrucionais simples: observar os resultados e descrever a atividade. Assim, este procedimento laboratorial foi classificado com o grau 1. No segundo exemplo, atribuiu-se o grau 4, pois as capacidades de processos científicos envolvidas são complexas, ao nível do processo de criação, já que se solicita ao aluno, por exemplo, a formulação do problema e a planificação de uma atividade laboratorial investigativa. São, por isso, dois exemplos de uma atividade semelhante que correspondem a valores extremos da escala de complexidade das capacidades de processos científicos.

Tabela 2.4.

*Exemplos da complexidade das capacidades cognitivas em atividades de Estudo do Meio do 1.º CEB.*

---

*Exemplo 1 – Grau 1*

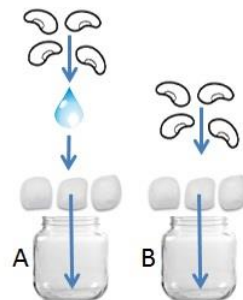
1. Coloca o algodão no fundo do gobelé.
2. Humedece o algodão com 5ml de água.
3. Coloca as sementes no algodão húmido.
4. Observa os resultados de dois em dois dias.
5. Descreve a experiência que realizaste.



---

*Exemplo 2 – Grau 4*

1. Monta a experiência com a ajuda da figura.
2. Identifica o problema que a experiência procura dar resposta.
3. O que esperas que aconteça às sementes?
4. Regista os resultados de dois em dois dias; [...]
5. Discute, com os teus colegas, uma explicação para os resultados obtidos.
6. Confronta as tuas ideias iniciais com as ideias finais.
7. Propõe melhorias para o trabalho desenvolvido.
8. Planifica agora uma experiência que te permita estudar a influência da luz na germinação das sementes.



Na Tabela 2.5. apresentam-se exemplos para cada um dos graus de complexidade das capacidades cognitivas ao nível do trabalho prático do programa de Biologia e Geologia do ensino secundário (DES, 2001, 2003).

Tabela 2.5.

*Exemplos da complexidade das capacidades cognitivas no programa de Biologia e Geologia do ensino secundário.*

[1]	Grau 1 – “Observar células ao microscópio ótico composto (MOC).” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 10.º ano, p. 78)
[2]	Grau 2 – “Interpretar imagens e esquemas de células ao MOC.” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 10.º ano, p. 78)
[3]	Grau 3 – “Organizar e interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, internet...) sobre processos de transformação de energia a partir da matéria orgânica disponível.” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 10.º ano, p. 84)
[4]	Grau 4 – “Formular e avaliar hipóteses relacionadas com a influência de fatores ambientais sobre o ciclo celular.” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 11.º ano, p. 5)

*Nota.* Adaptado de Ferreira e Morais (2014a).

No excerto [1] apela-se à observação de células ao microscópio ótico composto e, por isso, esta unidade de análise foi classificada com o grau 1. No excerto [2] sobressai o processo científico de interpretação de dados de menor complexidade, tendo em conta o nível de escolaridade dos alunos – ensino secundário – e o tipo de imagem obtida pelo microscópio ótico composto. A unidade de análise foi, assim, classificada com o grau 2. No excerto [3] a metodologia sugerida apela a capacidades cognitivas mais complexas, como a organização e a interpretação de dados de maior complexidade, pelo que a unidade de análise foi classificada com o grau 3. No excerto [4] as metodologias sugeridas apelam a capacidades de processos científicos complexas, como formular e avaliar hipóteses. Estas capacidades estão incluídas nas categorias avaliar e criar da taxonomia revista de Bloom e, por isso, o excerto foi classificado com o grau 4.

Relativamente à complexidade dos conhecimentos científicos ao nível do trabalho prático, o instrumento de análise também contém quatro graus de complexidade. Essa complexidade está baseada na distinção entre factos, conceitos simples, conceitos complexos e temas unificadores/teorias. Na Tabela 2.6. apresenta-se um excerto deste instrumento.

Tabela 2.6.

*Excerto do instrumento de caracterização da complexidade dos conhecimentos científicos ao nível do trabalho prático.*

<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 Morais (2014a).

A título de exemplo, na Tabela 2.7. mostram-se diferentes níveis de complexidade de conhecimentos científicos que podem ser abordados através do trabalho prático em Estudo do Meio, recorrendo a unidades de análise de um manual do 3.º ano (Rodrigues et al., 2009). O excerto [5], classificado com o grau 1, corresponde a factos de um trabalho prático sobre o batimento cardíaco. O excerto [6], exemplificativo do grau 2, envolve conceitos simples relativos à passagem/interseção da luz pelos objetos. O excerto [7] envolve o conceito de condensação, que corresponde a um conceito complexo a este nível de escolaridade e, por isso, foi classificado com o grau 3. Considera-se que, ao nível do 1.º CEB, não é expectável que seja desenvolvido trabalho prático que implique temas unificadores e/ou teorias.

Tabela 2.7.

*Exemplos da complexidade dos conhecimentos científicos ao nível do trabalho prático em manuais do 1.º CEB.*

[5]	Grau 1 – “Para saberes quantas vezes bate o teu coração, por minuto, sente o teu pulso. Se colocares a ponta dos dedos indicador e médio da mão esquerda (como indica a figura), sentes o teu batimento cardíaco.” ( <i>Manual do 3.º ano</i> , p. 20)
[6]	Grau 2 – “Para saberes: O vidro deixa passar a luz permitindo ver através dele. Diz-se que é um corpo transparente. A cortina deixa passar alguma luz mas vê-se mal através dela. Diz-se que é um corpo translúcido. A persiana não se deixa atravessar pela luz. Diz-se que é um corpo opaco.” ( <i>Manual do 3.º ano</i> , p. 106)
[7]	Grau 3 – “Sabias que... O ar expirado contém água? Experimenta expirar sobre uma superfície fria e verás que a água se condensa em gotas minúsculas. Isso significa que a água passa do estado gasoso ao estado líquido.” ( <i>Manual do 3.º ano</i> , p. 22)

Na Tabela 2.8. apresentam-se também exemplos dos diferentes graus de complexidade dos conhecimentos científicos no âmbito do trabalho prático preconizado para o ensino secundário, dando continuidade à análise do programa de Biologia e Geologia (DES, 2001, 2003). No excerto [8] a metodologia apresentada, que corresponde à listagem das consequências da ocupação antrópica de leitos de cheia para as populações, sugere a mobilização de factos, pelo que foi classificada com o grau 1. O excerto [9] apela a conceitos simples. Os conceitos incluídos nesta unidade de trabalho prático, relacionados com a abertura e fecho dos estomas, apresentam um baixo nível de abstração. O excerto [10], comparado com o anterior, apresenta conceitos associados ao trabalho prático com um maior nível de abstração, relacionados com o transporte nas plantas, pelo que foi classificado com grau 3. Por último, no excerto [11] a metodologia apresentada apela à mobilização de conhecimentos de nível de complexidade muito elevado, envolvendo a teoria celular – a célula como unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos. Deste modo, o excerto foi classificado com o grau 4.

Tabela 2.8.

*Exemplos da complexidade dos conhecimentos científicos ao nível do trabalho prático no programa de Biologia e Geologia do ensino secundário.*

---

[8]	Grau 1 – “Pesquisa de informação através da Internet, de jornais e de revistas sobre as consequências das referidas situações [ex., a ocupação antrópica de leitos de cheia] para as populações.” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 11.º ano, p. 28)
-----	---

---

[9]	Grau 2 – “Interpretar dados experimentais de modo a compreender os processos de abertura e fecho dos estomas.” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 10.º ano, p. 84)
-----	--

---

[10]	Grau 3 – “Interpretar dados experimentais de modo a compreender as estratégias de transporte que a planta utiliza na distribuição de matéria a todas as suas células.” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 10.º ano, p. 82)
------	--

---

[11]	Grau 4 – “No pós-saída de campo os dados recolhidos devem ser utilizados como ponto de partida para a exploração dos restantes conceitos da unidade. Observar/Comparar/Identificar seres uni e multicelulares (e/ou tecidos) existentes nas amostras e/ou outras infusões/culturas adequadas deverá permitir (re)construir o conceito de célula como unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos. [...]” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 10.º ano, p. 79)
------	---

---

*Nota.* Adaptado de Ferreira e Moraes (2014a).

No que respeita à análise das relações intradisciplinares (relações entre conhecimentos da mesma disciplina), foca-se a relação entre teoria e prática. O instrumento foi construído de modo a possuir também uma escala de quatro graus, tendo-se recorrido ao conceito de classificação de Bernstein (1990, 2000) para definir os quatro graus da escala. A classificação diz respeito ao estabelecimento de fronteiras mais ou menos acentuadas, neste caso, entre a teoria e a prática. Deste modo, o valor extremo da classificação mais fraca (Grau 4/C<sup>-</sup>) corresponde a uma integração/ unificação da teoria e da prática, em que ambas têm igual estatuto, e o valor extremo de classificação mais forte (Grau 1/C<sup>++</sup>) indica uma separação muito marcada entre a teoria e a prática.

Neste instrumento, os descritores para cada indicador referem a relação entre teoria e prática traduzida através da relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual. O conhecimento declarativo (associado à teoria), também denominado por conhecimento substantivo,

corresponde ao conhecimento de termos, factos, conceitos e teorias específicos de uma determinada disciplina (Anderson et al., 2001; Robert, Gott & Glaesser, 2010). O conhecimento processual (associado à prática) corresponde não só ao conhecimento de como fazer algo, de técnicas e métodos específicos de uma determinada disciplina, mas também ao conhecimento dos processos científicos (Robert, Gott & Glaesser, 2010). No caso da disciplina de Biologia e Geologia, o conhecimento processual envolve, por exemplo, o conhecimento de como identificar as variáveis independentes, o conhecimento de como planificar uma atividade laboratorial investigativa e ainda o conhecimento de como utilizar o microscópio ótico composto. Apresenta-se um excerto deste instrumento na Tabela 2.9.

Tabela 2.9.

*Excerto do instrumento de caracterização da complexidade das relações entre teoria e prática.*

<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>
É contemplado apenas conhecimento declarativo ou apenas conhecimento processual.	É contemplado quer conhecimento declarativo, quer conhecimento processual, mas não é estabelecida uma relação entre eles.	É contemplada uma relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual. Contudo, centram-se em conhecimento declarativo ou em conhecimento processual.	É contemplada uma relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual. Nesta relação, os dois tipos de conhecimento têm igual estatuto.

*Nota.* Adaptado de Ferreira e Morais (2014a).

Como se pode verificar na Tabela 2.9., estabeleceu-se que os graus 1 e 2 da escala, correspondentes aos valores mais fortes de classificação (C<sup>++</sup> e C<sup>+</sup>), referem-se a situações em que não há a relação entre o conhecimento declarativo e o conhecimento processual. No grau 1 é apenas focado um desses tipos de conhecimento e no grau 2 são abordados ambos mas não se relacionam entre si. Os graus 3 e 4, correspondentes a classificações mais

fracas ( $C^-$  e  $C^{--}$ ), referem-se a situações em que ocorre relação entre os conhecimentos declarativo e processual com diferentes enfoques, no grau 3, e com igual estatuto, no grau 4.

Na Tabela 2.10. apresentam-se exemplos do programa de Estudo do Meio do 1.º ciclo (DEB, 2004) para cada um dos graus de complexidade da relação entre teoria e prática, isto é, da relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual.

Tabela 2.10.

*Exemplos da complexidade da relação entre teoria e prática.*

[12]	Grau 1/ $C^{++}$ – “Os alunos deverão utilizar, em situações concretas, instrumentos de observação e medida como, por exemplo, o termómetro, a bússola, a lupa, os binóculos...” ( <i>Programa de Estudo do Meio</i> , p. 115)
[13]	Grau 2/ $C^+$ – “Os ossos: reconhecer a existência dos ossos; reconhecer a sua função (suporte e proteção); observar em representações do corpo humano.” ( <i>Programa de Estudo do Meio</i> , p. 109)
[14]	Grau 3/ $C^-$ – “Identificar alguns fatores do ambiente que condicionam a vida das plantas e dos animais (água, ar, luz, temperatura, solo) – realizar experiências.” ( <i>Programa de Estudo do Meio</i> , p. 117)
[15]	Grau 4/ $C^{--}$ – “Comparar e classificar plantas segundo alguns critérios, tais como: cor da flor, forma da folha, folha caduca ou persistente, forma da raiz, plantas comestíveis e não comestíveis... (constituição de um herbário).” ( <i>Programa de Estudo do Meio</i> , p. 117)

Como se pode verificar na Tabela 2.10., o primeiro exemplo envolve apenas conhecimento processual, relativo aos instrumentos de observação e de medida (Grau 1/ $C^{++}$ ). No excerto [13], classificado com o grau 2, é mencionado conhecimento declarativo relativo aos ossos, assim como conhecimento processual, associado à observação de representações, mas não é estabelecida uma relação entre esses conhecimentos. No excerto [14] estabelece-se uma relação entre teoria e prática, mas o conhecimento declarativo sobre os fatores que condicionam a vida das plantas e dos animais tem um estatuto mais elevado que o conhecimento processual. No caso do excerto [15], relativo à construção de um herbário, a teoria e a prática têm igual estatuto.

Na Tabela 2.11. mostram-se exemplos do programa de Biologia e Geologia do ensino secundário (DES, 2001, 2003) para diferentes graus de complexidade da relação entre teoria e prática. No excerto [16], a metodologia apela apenas a conhecimento declarativo sobre as estruturas respiratórias dos animais, pelo que foi avaliada com o grau 1 (classificação muito forte). Pelo contrário, o excerto [17] apela à relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual, relativo à análise e interpretação de esquemas/tabelas, mas é o conhecimento declarativo sobre os mecanismos de replicação, transcrição e tradução que apresenta um estatuto mais elevado (Grau 3/C). No caso do excerto [18], a orientação metodológica apela a uma relação entre teoria e prática com igual estatuto. Este excerto foi, assim, avaliado com o grau 4 (classificação muito fraca). No programa de Biologia e Geologia não existem unidades avaliadas com o grau 2, ou seja, unidades em que os dois tipos de conhecimentos estão presentes, mas sem relação entre eles.

Estes diversos instrumentos, com as respetivas adaptações, têm permitido inferir quanto ao nível de exigência conceptual do trabalho prático de diferentes textos e contextos educacionais de ciências do sistema educativo português (ex., Afonso et al., 2013; Ferreira & Morais, 2014a).

### *Análise de atividades laboratoriais – Workshop*

O conceito de exigência conceptual preconizado por Morais e Neves (2012), em investigação recente realizada pelo Grupo ESSA (ex., Ferreira & Morais, 2014a), foi adaptado, como já referido, ao contexto do trabalho prático (Figura 2.3.). Esse nível de exigência conceptual pode ser apreciado em diferentes textos e contextos pedagógicos, como os currículos ou programas das disciplinas, os exames nacionais, os manuais escolares e as práticas pedagógicas. Considerando as práticas pedagógicas, essa análise é importante, por exemplo, se os professores pretenderem averiguar o nível de exigência conceptual dos diferentes textos que utilizam, adaptam e/ou produzem ao nível do trabalho prático,

nomeadamente laboratorial, quer no contexto de transmissão/aquisição<sup>2</sup> quer no contexto de avaliação.

Tabela 2.11.

*Exemplos da complexidade da relação entre teoria e prática no programa de Biologia e Geologia do ensino secundário.*

- 
- |      |   |
|------|---|
| [16] | Grau 1/C <sup>++</sup> – “Relacionar as estruturas respiratórias dos animais com a sua complexidade e adaptação ao meio.” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 10.º ano, p. 85) |
|------|---|
- 
- |      |  |
|------|--|
| [17] | Grau 3/C <sup>-</sup> – “Análise e interpretação de esquemas, tabelas com dados experimentais, ... relativos às características das moléculas de DNA e RNA e aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução. Estas atividades deverão permitir ao aluno conhecer as diferenças entre as várias moléculas estudadas, bem como compreender a importância dos processos em estudo na manutenção da informação genética, da vida e da estrutura celular.” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 11.º ano, p. 6) |
|------|--|
- 
- |      |   |
|------|---|
| [18] | Grau 4/C <sup>-</sup> – “Face à situação-problema “O que acontece às dinâmicas que existem num ecossistema quando este é sujeito a alterações?”, propõe-se trabalho de campo articulado com atividades de sala de aula/laboratório a realizar antes e depois da saída. Como objeto(s) de estudo sugerem-se ambientes reais, tanto quanto possível na proximidade da Escola [...]” ( <i>Programa de Biologia e Geologia</i> , 10.º ano, p. 79) |
|------|---|
- 

*Nota.* Adaptado de Ferreira e Morais (2014a).

Este *workshop* está centrado na análise da exigência conceptual veiculada em três opções diferentes de estruturação e exploração de uma atividade laboratorial apresentada num manual de Biologia e Geologia do 10.º ano de escolaridade. Para tal, recorre-se a instrumentos de análise produzidos no âmbito de alguns estudos realizados pelo Grupo ESSA, previamente apresentados (modelos de análise).

---

<sup>2</sup> Pode afirmar-se que qualquer contexto de interação pedagógica representa um determinado contexto de transmissão e de aquisição, entre um transmissor e um adquiridor, com determinadas relações de poder e de controlo. Deste modo, diferentes modalidades de código pedagógico e, consequentemente, diferentes modalidades de prática pedagógica podem ocorrer ou mais centradas no adquiridor ou mais centradas no transmissor, aproximando-se, respetivamente, dos casos extremos de um contínuo entre práticas progressivas e tradicionais.

## Desenvolvimento do workshop

**Parâmetros e instrumentos de análise.** Na Figura 2.4. apresenta-se uma atividade laboratorial selecionada de um manual de Biologia e Geologia (Silva et al., 2007) e que pretende ir ao encontro de uma das sugestões metodológicas indicadas no programa de 10.º ano na temática ‘Obtenção de matéria’: “sugere-se a observação e interpretação, em tempo real, de variações do volume vacuolar de células vegetais (epitélio do bolbo da cebola, epiderme de pétalas... ao MOC) em função da variação da concentração do meio (soluções aquosas de cloreto de sódio, de glicose, ...)” (DES, 2001, p. 81). Partindo do protocolo experimental apresentado (material e procedimento), consideram-se três opções diferentes de estruturação e exploração dessa atividade, variando a parte introdutória e as questões de discussão.

No âmbito deste *workshop* e tendo em consideração o tempo disponível, a análise do nível de exigência conceptual de atividades laboratoriais está centrada numa dimensão relativa a *o que* se ensina – a complexidade das capacidades cognitivas, destacando-se as capacidades de processos científicos – e numa dimensão relativa a *o como* se ensina – a relação entre teoria e prática (Figura 2.3.). Relativamente aos processos científicos, discutem-se também a formulação de problemas e de hipóteses.

Para a análise da complexidade das capacidades cognitivas, exploradas no trabalho prático avaliado neste *workshop*, recorre-se a um instrumento com quatro graus de complexidade que se baseou na categorização das capacidades cognitivas da taxonomia revista de Bloom (Anderson et al., 2001). Na Tabela 2.3. apresentou-se um excerto deste instrumento e na Tabela 2.12. mostram-se exemplos de capacidades de processos científicos para cada uma das categorias da taxonomia revista de Bloom. Salienta-se que os exemplos apresentados não pretendem ser exaustivos.

**TRABALHO PRÁTICO**

**QUAL A INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DO MEIO EXTRACELULAR NO COMPORTAMENTO DE CÉLULAS?**

**Material**

- Lâminas e lamelas
- Conta-gotas
- Pinça
- Papel de filtro
- Marcadores
- Solução de cloreto de sódio a 12%
- Microscópio óptico
- Água destilada
- Material fresco, por exemplo: flores vermelhas de sardineira; flores vermelhas de tulipa; flores de violeta-africana; folha de couve-vermelha; etc.

**Modo de proceder**

1. Utilizando a pinça, ou mesmo uma unha, destaque dois fragmentos da epiderme da página superior dos órgãos que seleccionar.
2. Monte um dos fragmentos numa gota de água destilada, entre lâmina e lamela. Marque a lâmina com a letra A.
3. Monte o outro fragmento entre lâmina e lamela numa gota de solução de cloreto de sódio a 12%. Marque a lâmina com a letra B.
4. Observe as duas preparações ao microscópio e esquematize as suas observações. Procure legendar os esquemas.
5. Coloque uma ou duas gotas de água destilada sobre a lâmina B, junto a um dos bordos laterais da lamela. Do lado do bordo oposto, com papel de filtro, absorva o líquido de montagem. Deste modo, substituirá a solução de cloreto de sódio por água destilada. Se necessário, repita este procedimento.
6. Observe durante alguns minutos e registe as alterações que vai notando.

**Discussão**

- Considerando que a cor das pétalas é devida à presença de certos pigmentos dispersos no suco vacuolar, como interpreta as diferenças entre A e B?
- Explique as alterações observadas em 6.

*Figura 2.4.* Atividade laboratorial apresentada num manual de Biologia e Geologia do 10.º ano de escolaridade (Silva et al., 2007).

Para a análise da relação entre teoria e prática, recorre-se a um instrumento com uma escala de quatro graus, definidos com base no conceito de classificação de Bernstein (1990, 2000). Como se pode verificar no excerto apresentado na Tabela 2.9., os descritores para cada indicador descrevem a relação entre teoria e prática traduzida pela relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual.

Tabela 2.12.

*Exemplos de capacidades de processos científicos de diferentes graus de complexidade.*

Grau 1		Grau 2	
Memorizar	Compreender (simples)	Compreender (complexa)	Aplicar (simples)
Indicar Ler tabelas/ gráficos Medir	Observar (gráficos/ tabelas, procedimentos e resultados experimentais)	Comentar <sup>1</sup> Construir esquemas/ gráficos Explicar <sup>1</sup> Identificar variáveis Inferir <sup>1</sup> Interpretar dados <sup>1</sup> Registrar Prever <sup>1</sup>	Mobilizar <sup>1</sup>
Grau 3		Grau 4	
Aplicar (complexa)	Analisar	Avaliar	Criar
Aplicar Mobilizar <sup>2</sup>	Comentar <sup>2</sup> Controlar variáveis Inferir <sup>2</sup> Interpretar dados <sup>2</sup> Investigar (pesquisar, selecionar e organizar informação) Pesquisar Questionar	Argumentar Avaliar Criticar Julgar Prever <sup>2</sup> Resolver problemas Tomar decisões	Explicar <sup>2</sup> Formular hipóteses Formular problemas Planear e realizar atividades laboratoriais investigativas Planear e/ou realizar projetos

**Análise dos textos.** Tendo em consideração esses dois instrumentos, procede-se à análise das três opções (A, B e C) de estruturação e exploração da atividade laboratorial incluída num manual de Biologia e Geologia de 10.º ano de escolaridade (Figura 2.5.). As opções apresentadas já se encontram organizadas em unidades de análise (Tabelas 2.14. a 2.16.). Salienta-se que na presença de capacidades de processos científicos de diferentes níveis de complexidade, avalia-se o excerto pela capacidade de maior grau de complexidade. A análise da relação entre teoria e prática realiza-se de um modo global para cada uma das opções, isto é, é atribuída uma classificação para o conjunto de unidades de análise de cada opção. Após a análise pelos diferentes grupos<sup>3</sup>, durante cerca de 60 minutos, passa-se à sua discussão geral.

<sup>3</sup> Devido às condições dos espaços disponíveis, não foi possível fazer grupos de trabalho, como estava previsto. A análise das opções da atividade laboratorial foi realizada a pares.

**Discussão da análise dos textos.** Através da análise efetuada, é possível verificar que a partir da mesma orientação metodológica do programa e do mesmo protocolo laboratorial do manual do aluno, o professor, recorrendo à sua autonomia, pode aumentar ou diminuir o nível de exigência conceptual do trabalho prático, nomeadamente laboratorial, que implementa nas suas aulas de ciências. Por exemplo, a partir da mesma situação problemática, na opção B é apresentado o problema aos alunos enquanto na opção C é pedido aos alunos que formulem o problema e as hipóteses (processos cognitivos mais complexos).

Nas Tabelas 2.13., 2.14. e 2.15. apresenta-se uma proposta de análise das três opções da atividade laboratorial. A opção A (Tabela 2.13.) corresponde a uma atividade com um baixo nível de exigência conceptual. Na parte introdutória desta atividade é apenas levantada uma questão problemática, sem um carácter investigativo. Na discussão, as questões colocadas mobilizam sobretudo capacidades cognitivas ao nível da compreensão (graus 1 e 2). Quanto à relação entre teoria e prática, é estabelecida essa relação, mas o conhecimento declarativo tem um estatuto mais elevado.

A opção B (Tabela 2.14.) é uma atividade com um nível intermédio de exigência conceptual. Na parte introdutória desta atividade, é apresentado um problema investigativo, formulado com precisão. Neste caso, os alunos têm de perceber que há uma relação entre os dados e o problema. Salienta-se que o professor deverá discutir com os alunos o modo como o problema foi elaborado a partir dos dados fornecidos. Considera-se que é necessário que os alunos aprendam o conhecimento processual de como se formula um problema, para mais tarde serem eles próprios a fazê-lo. Na discussão, as três primeiras questões mobilizavam capacidades cognitivas, ao nível da compreensão (grau 2), e a última questão mobilizava capacidades mais complexas, ao nível da análise (grau 3). Quanto à relação entre teoria e prática, na globalidade do texto estabelece-se essa relação, mas o conhecimento declarativo tem um estatuto mais elevado. Esta opção apresenta, assim, um nível de exigência conceptual superior ao da opção A mas inferior ao da opção B.

Tabela 2.13.

*Proposta de análise da opção A de atividade laboratorial de Biologia e Geologia do 10.º ano.*

Atividade laboratorial de Biologia e Geologia 10.º ano - Unidade ‘Obtenção de matéria’ Opção A	Análise	
	Complexidade das capacidades de processos científicos	Relação entre teoria e prática
<p>O movimento da água através da membrana celular está dependente da concentração do meio interno e do meio externo. Considere os seguintes dados: Se colocarmos um ramo de sardineira em água salgada, ela murcha e morre passado pouco tempo. De igual modo, se transferirmos algas marinhas para um aquário de água doce, elas não resistem à mudança de meio. Porque será que estas situações acontecem?</p> <p>Através da atividade laboratorial que irá realizar, obterá mais dados que o ajudarão a responder a esta questão.</p>	<i>Não se aplica</i>	
<i>Material e procedimento do manual do aluno</i> (apresentados na Figura 2.4.)	Grau 2	Grau 3 (C)
Discussão:		
a. Qual ou quais as variáveis em estudo nesta experiência?	Grau 2	
b. Indique as diferenças observadas em A e B.	Grau 1	
c. Indique as alterações observadas na etapa 6.	Grau 1	
d. Com base nos resultados obtidos na experiência, explique por que razão as plantas morrem quando colocadas num meio com uma concentração salina diferente da do seu meio habitual.	Grau 2	

*Nota.* Adaptado de Ferreira (2014).

A opção C (Tabela 2.15.) é uma atividade com um elevado nível de exigência conceptual. Na parte introdutória desta atividade, era solicitado aos alunos que formulassem o problema com precisão (teriam de formular um problema que pudesse ser investigado, que dirigisse a investigação) e hipóteses que respondessem a esse problema. Estas capacidades correspondem a capacidades de processos científicos complexas, ao nível da criação (grau 4). Esta opção corresponde a uma atividade de resolução de problemas na vertente de exploração de novos conhecimentos, em que os alunos iriam explorar conhecimento novo e aplicar algum do

conhecimento que já teriam. Por exemplo, os alunos teriam de aplicar conceitos prévios como célula e osmose, mas iriam explorar conceitos como os de plasmólise e turgescência.

Tabela 2.14.

*Proposta de análise da opção B de atividade laboratorial de Biologia e Geologia do 10.º ano.*

<b>Atividade laboratorial de Biologia e Geologia 10.º ano - Unidade ‘Obtenção de matéria’ Opção B</b>	<b>Análise</b>	
	Complexidade das capacidades de processos científicos	Relação entre teoria e prática
Os seres vivos dependem da água para a sua sobrevivência, uma vez que é uma substância que intervém em muitas funções celulares. No entanto, não é indiferente para os seres vivos se a água é salgada ou é doce. Considere os seguintes dados: Se colocarmos um ramo de sardinha em água salgada, ela murcha e morre passado pouco tempo. De igual modo, se transferirmos algas marinhas para um aquário de água doce, elas não resistem à mudança de meio. Estas duas situações permitem colocar o seguinte problema: Por que razão as plantas morrem quando colocadas num meio com uma concentração salina diferente da do seu meio habitual? Através da atividade laboratorial que irá realizar, obterá mais dados que o ajudarão a responder a este problema.	Grau 2	Grau 3 (C-)
<i>Material e procedimento do manual do aluno</i> (apresentados na Figura 2.4.)	Grau 2	
Discussão:		
a. Qual ou quais as variáveis em estudo nesta experiência?	Grau 2	
b. Explique as diferenças observadas em A e B.	Grau 2	
c. Explique as alterações observadas na etapa 6.	Grau 2	
d. Com base nos resultados obtidos na experiência, responda ao problema.	Grau 3	

*Nota.* Adaptado de Ferreira (2014).

Destaca-se ainda que a atividade que se apresenta na opção C poderia ser mais aberta e mais complexa se fosse pedido aos alunos que planificassem o procedimento (ou partindo do material que era fornecido pelo professor ou pensando também no material necessário). Mesmo dando o material, a

atividade apresenta uma planificação complexa. A opção por este grau de abertura vai depender do conhecimento processual dos alunos.

Tabela 2.15.

*Proposta de análise da opção C de atividade laboratorial de Biologia e Geologia do 10.º ano.*

Atividade laboratorial de Biologia e Geologia 10.º ano - Unidade ‘Obtenção de matéria’ Opção C	Análise	
	Complexidade das capacidades de processos científicos	Relação entre teoria e prática
Os seres vivos dependem da água para a sua sobrevivência, uma vez que é uma substância que intervém em muitas funções celulares. No entanto, não é indiferente para os seres vivos se a água é salgada ou é doce. Considere os seguintes dados: Se colocarmos um ramo de sardinha em água salgada, ela murcha e morre passado pouco tempo. De igual modo, se transferirmos algas marinhas para um aquário de água doce, elas não resistem à mudança de meio.	Grau 4	
a. Qual o problema que estas duas situações lhe sugerem?		
b. Formule uma hipótese que responda a esse problema. Através da atividade laboratorial que irá realizar, terá a possibilidade de testar a hipótese formulada.	Grau 4	
<i>Material e procedimento do manual do aluno</i> (apresentados na Figura 2.4.)	Grau 2	Grau 4 (C <sup>++</sup> )
Discussão:	Grau 2	
a. Explique as diferenças observadas em A e B.		
b. Explique as alterações observadas na etapa 6.	Grau 2	
c. Avalie se a sua hipótese foi apoiada ou rejeitada? Justifique.	Grau 4	
d. Com base nos resultados obtidos na experiência, comente a seguinte afirmação: “A membrana celular constitui um importante elemento de controlo das substâncias que se movimentam do meio interno para o meio externo e vice-versa”.	Grau 3/ Grau 4	

*Nota.* Adaptado de Ferreira (2014).

Os processos científicos de formulação de problemas e de hipóteses (de elevada complexidade) surgem, frequentemente e para os diferentes níveis de escolaridade, mal formulados. Deste modo, considera-se que é

importante discuti-los. Partindo da proposta de estruturação e de exploração da atividade laboratorial apresentada na opção C (Tabela 2.15.), solicita-se aos diferentes grupos de trabalho que avaliem diferentes problemas e, posteriormente, diferentes opções de hipóteses que os alunos poderiam apresentar (Tabela 2.16.).

Tabela 2.16.

*Análise da formulação de problemas e de hipóteses, com base na opção C de atividade laboratorial.*

---

A. Considere os seguintes problemas formulados por alunos na resposta à *alínea a* da opção C:

- (1) O que acontece às plantas quando são colocadas em meio diferente do seu meio habitual?
- (2) Por que razão as plantas morrem quando colocadas num meio com uma concentração salina diferente da do seu meio habitual?
- (3) Será que as plantas conseguem sobreviver quando mudam de meio?

Avalie estes problemas, tendo em conta a sua adequação à situação apresentada e a sua formulação.

---

B. Considere as seguintes hipóteses formuladas por alunos na resposta ao problema “Por que razão as plantas morrem quando colocadas num meio com uma concentração salina diferente da do seu meio habitual?”:

- (1) As plantas morrem porque não estão no seu meio habitual.
- (2) Será que as plantas morrem porque existem ganhos ou perdas de água através da membrana celular?
- (3) As plantas morrem porque, devido a processos de osmose através da membrana celular, ocorre um desequilíbrio entre os meios intra e extracelular.

Avalie estas hipóteses, tendo em conta a sua adequação ao problema e a sua formulação.

---

No que diz respeito aos problemas (Tabela 2.16.), o primeiro e o terceiro têm resposta nas duas situações apresentadas, uma vez que os dados já referem que ambas as plantas morrem. Deste modo, os problemas não são adequados à situação. Além disso, o terceiro problema encontra-se incorretamente formulado, sugerindo uma resposta do tipo sim/não. O segundo problema está bem formulado e é adequado à situação, dado que a partir dos dados é possível saber que as plantas morrem e os alunos querem investigar por que razão morrem.

Quanto às várias opções de hipóteses (Tabela 2.16.), a primeira apresenta uma resposta fornecida nas duas situações, por exemplo, já é referido que as algas marinhas morrem quando são colocadas em água doce. Assim sendo, essa hipótese não é adequada ao problema. A segunda opção encontra-se mal formulada, dado que a hipótese não deve ser apresentada na forma de questão. A terceira opção está baseada nos dados e constitui uma resposta ao problema, que é passível de ser testada. É, assim, uma hipótese adequada a esse problema.

De modo a sistematizar alguns fundamentos teóricos subjacentes aos processos científicos de formular problemas, formular hipóteses e identificar e controlar variáveis, apresenta-se e discute-se a informação que consta na Tabela 2.17.

Tabela 2.17.

*Fundamentos teóricos de alguns processos científicos.*

---

### **Formular problemas**

O problema, que toma normalmente a forma de uma questão, é o ponto de partida para a investigação. A partir daí é preciso fazer uma antevisão de todo o conjunto de materiais e procedimentos a pôr em prática, tendo em vista a obtenção de resposta à questão que o problema coloca.

O problema deve estar formulado em termos de uma questão investigável.

---

### **Formular hipóteses**

Uma hipótese consiste numa resposta provisória a problemas ou questões que podem ser investigados e baseia-se em conhecimento anterior.

Na formulação de hipóteses é necessário identificar:

- os elementos do problema;
- os aspetos fundamentais da situação em estudo;
- a relevância da hipótese em relação ao problema;
- a precisão dos termos em que é colocada a hipótese e se é testável.

---

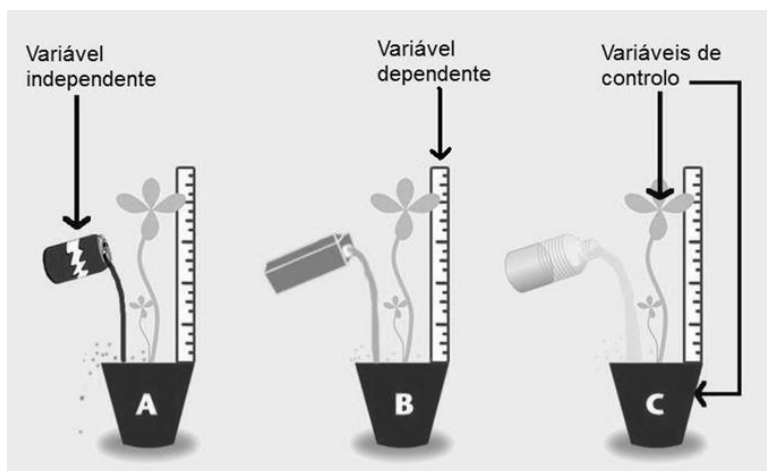
### **Identificar e controlar variáveis**

As variáveis correspondem a condições que potencialmente podem afetar o desenrolar de um fenómeno ou acontecimento e, por isso, podem interferir nos resultados.

Na realização de experiências é necessário definir previamente quais as variáveis a controlar (variáveis de controlo), a manipular (variável independente) e a estudar e analisar a evolução (variável dependente). Por exemplo, na figura que se segue, o líquido usado para regar cada planta constitui a variável independente, o crescimento da planta é a variável dependente e como variáveis de controlo pode-se indicar o tipo de planta

---

usado, o vaso, o solo, a quantidade de líquido, as condições do meio em que é mantida a planta, entre outros.



*Nota.* Adaptado de Afonso (2008), de BSCS (2003, 2009) e de Harlen (1993).

### Considerações finais

Os instrumentos de análise utilizados no *workshop* têm o potencial de salientar o nível de exigência conceptual de diferentes tipos de atividades laboratoriais, em termos de dimensões de *o que* e de *o como* do trabalho prático. Os professores podem recorrer a esses instrumentos para avaliarem o nível de exigência conceptual das diferentes atividades laboratoriais, ou outros trabalhos práticos, que implementam nos contextos de transmissão/aquisição e de avaliação. Deste modo, conseguem estar conscientes das opções que tomam, ou pretendem tomar, ao nível da prática pedagógica.

É importante salientar que a realização de atividades laboratoriais de carácter investigativo, com um nível de exigência conceptual mais elevado, é mais exigente quer para os alunos quer para o professor. Este necessita de, durante a realização das atividades, ser capaz de dar uma orientação criteriosa que ajude os alunos a avançarem no trabalho sem lhes dar respostas diretas. Além disso, numa fase inicial, os alunos precisam de aprender a formular problemas e hipóteses investigativas porque, caso contrário, não saberão o que lhes está a ser questionado. Deste modo, no

início do ano letivo, o professor pode optar pela realização de uma atividade laboratorial em que o problema investigativo e o protocolo experimental são fornecidos aos alunos. Posteriormente, pode passar para atividades laboratoriais com um maior grau de abertura, sendo solicitado ao aluno, por exemplo, a formulação do problema e das hipóteses e fornecido o procedimento da atividade.

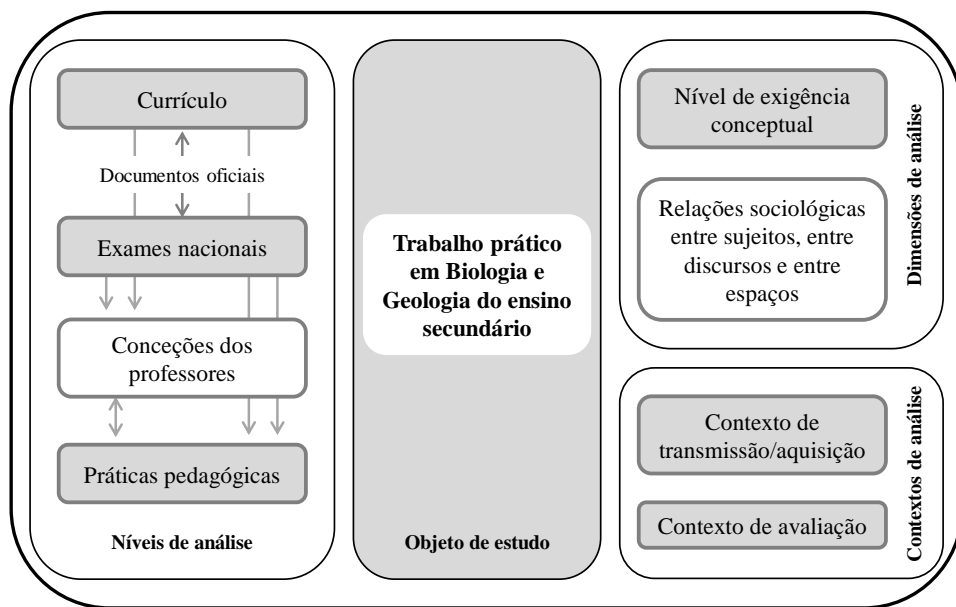
## Resultados da investigação

A partir do trabalho desenvolvido no *workshop*, é possível verificar que, a partir da mesma orientação metodológica do programa e do mesmo protocolo laboratorial do manual do aluno, o professor, através da sua autonomia, pode alterar o nível da exigência conceptual do trabalho prático que implementa nas suas aulas de ciências. Esse maior ou menor nível de exigência conceptual pode ocorrer, sobretudo, devido à diferença de complexidade dos conhecimentos científicos, das capacidades de processos científicos e/ou da relação entre teoria e prática. Com foco na exigência conceptual do trabalho prático na disciplina de Biologia e Geologia do ensino secundário, apresentam-se alguns resultados de investigação.

Os resultados de investigação dizem sobretudo respeito a uma investigação de doutoramento centrada no trabalho prático em Biologia e Geologia do ensino secundário, analisado a vários níveis do sistema educativo (Ferreira, 2014). No contexto desse estudo, o trabalho prático foi encarado de modo abrangente, em consonância com o preconizado no currículo da disciplina (DES, 2001, 2003), de modo a englobar todas as atividades em que o aluno estivesse ativamente envolvido e que permitissem a mobilização de capacidades de processos científicos.

O esquema representado na Figura 2.5. pretende ilustrar, de forma genérica, as diferentes etapas da investigação e a inter-relação entre elas. Pretendeu-se, por um lado, investigar questões relacionadas com as orientações dadas pelo Ministério da Educação, expressas nos documentos oficiais, quanto ao trabalho prático. Por outro lado, também se pretendeu investigar as conceções e as práticas de professores a lecionarem esta

disciplina. A análise do trabalho prático focou-se em duas dimensões de análise – o nível de exigência conceptual e a natureza das relações sociológicas entre sujeitos, entre discursos e entre espaços – e em dois contextos do processo de ensino/aprendizagem – o contexto de transmissão/aquisição e o contexto de avaliação. Em consonância com os trabalhos anteriormente apresentados nesta secção temática, a análise dos resultados desta investigação está centrada no nível de exigência conceptual do trabalho prático nos documentos oficiais e nas práticas dos professores, nos contextos de transmissão/aquisição e de avaliação.



*Figura 2.5.* Esquema geral da investigação centrada no trabalho prático em Biologia e Geologia do ensino secundário (Ferreira, 2014).

### Aspetos metodológicos

Na primeira fase do estudo, relacionada com a análise do trabalho prático nos documentos oficiais, foram analisados o currículo de Biologia e Geologia do 10.º e 11.º anos de escolaridade (DES, 2001, 2003) e as fichas de avaliação externa dessa disciplina, nomeadamente os exames nacionais

e os testes intermédios realizados até 2011<sup>4</sup>. Essa análise centrou-se nas seguintes dimensões de exigência conceptual do trabalho prático: complexidade dos conhecimentos científicos, complexidade das capacidades cognitivas e complexidade das relações entre discursos, nomeadamente a relação entre teoria e prática e a relação entre diferentes atividades práticas. Os dados para essa análise foram recolhidos com base em instrumentos com escalas, indicadores e descritores fornecidos pelo quadro teórico ou pelos dados empíricos (ver modelos de análise, previamente apresentados).

Numa segunda fase, os dados para a caracterização das práticas pedagógicas foram obtidos a partir de uma observação estruturada e não participante e também com base em instrumentos de análise. As práticas pedagógicas das professoras participantes no estudo foram caracterizadas tendo em conta as dimensões relacionadas com *o que* e com *o como* se ensina e se avalia quanto ao trabalho prático no ensino das ciências, que também foram analisadas nos documentos oficiais. Na caracterização das práticas pedagógicas foi ainda considerada outra relação entre discursos, a relação entre discurso vertical e discurso horizontal, ou seja, a relação entre o discurso académico e o discurso do dia a dia.

Para a obtenção de dados para a análise das práticas de professoras de Biologia e Geologia sobre trabalho prático foi constituída uma amostra por conveniência (Cohen, Manion & Marrison, 2007). Considerando alguns critérios a que as escolas deveriam atender, os professores foram selecionados de entre aqueles que se mostraram disponíveis e acessíveis na altura do estudo. Nessa amostra pretendeu-se selecionar duas escolas localizadas na NUT do Oeste e duas escolas localizadas na NUT da Grande Lisboa. Em cada NUT pretendeu-se ainda que as escolas estivessem diferentemente posicionadas nos *rankings* nacionais.

Nesta investigação participaram, assim, quatro professoras da disciplina de Biologia e Geologia de quatro turmas do 10.º ano de escolaridade do curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Cada uma destas

---

<sup>4</sup> As fichas de avaliação externa estão, atualmente, disponíveis para consulta em <<http://bi.iave.pt/exames/>>.

turmas pertencia a uma escola diferente (Figura 2.6.). Das quatro professoras, a professora Vera<sup>5</sup> da escola Pasteur tinha um percurso profissional distinto das restantes professoras. Era a única licenciada em ensino da Biologia e mestre em Didática das Ciências.

As escolas Darwin e Pasteur foram classificadas nos níveis mais elevados dos *rankings* nacionais, com resultados sempre acima da média nacional nos três anos considerados. Eram as que possuíam uma menor quantidade de alunos com auxílio social. Os alunos das turmas destas professoras também eram os que pertenciam a setores de classe mais dotados de capitais económicos, culturais, escolares e/ou sociais (de acordo com um questionário aplicado aos alunos de cada turma sobre as habilitações académicas e situações profissionais dos seus pais ou representantes). Pelo contrário, as escolas Mendel e Fleming foram classificadas nos níveis mais baixos dos *rankings* nacionais, com resultados abaixo da média nacional. Nestas escolas cerca de 40% dos alunos beneficiavam de apoio social escolar. Além disso, os alunos das turmas do estudo pertenciam a setores de classe menos dotados de recursos.

De seguida, apresentam-se alguns dos resultados da análise dos documentos oficiais e das práticas pedagógicas. Esses resultados focam-se nas seguintes dimensões: complexidade dos conhecimentos científicos e das capacidades cognitivas, relação entre teoria e prática e relação entre diferentes atividades práticas.

---

<sup>5</sup> Todos os nomes utilizados (escolas e professores) são fictícios, de modo a manter o anonimato de todos os intervenientes.

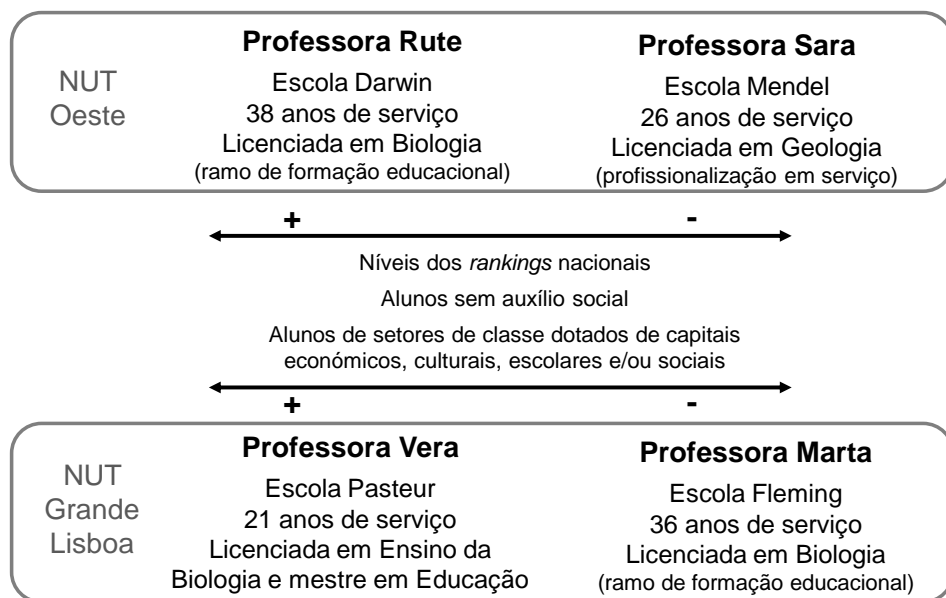


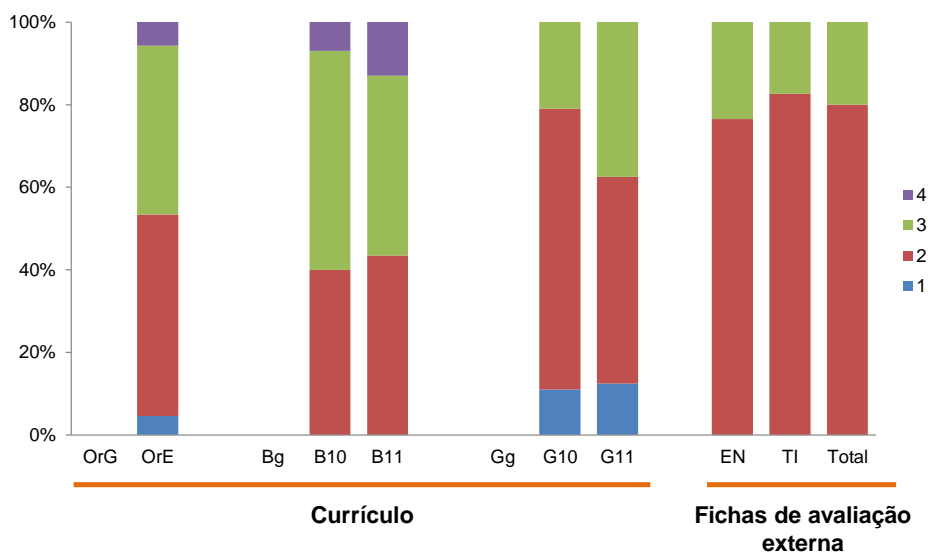
Figura 2.6. Caracterização dos sujeitos do estudo (adaptado de Ferreira, 2014).

## Alguns resultados da investigação

**Análise do trabalho prático nos documentos oficiais.** Relativamente a alguns dos resultados da investigação, o gráfico da Figura 2.7. evidencia os resultados relativos à complexidade dos conhecimentos científicos do trabalho prático no currículo da disciplina de Biologia e Geologia considerado no seu todo e em cada uma das suas partes e nas fichas de avaliação externa.

Salienta-se que os resultados e a análise dos documentos curriculares estão organizados de acordo com as orientações gerais (OrG) e orientações específicas (OrE) do currículo da disciplina de Biologia e Geologia como um todo e quando as seis partes do currículo são consideradas: parte geral da Biologia (Bg), Biologia do 10.º ano (B10), Biologia do 11.º ano (B11), parte geral da Geologia (Gg), Geologia do 10.º ano (G10) e Geologia do 11.º ano (G11). Os resultados relativos às orientações gerais advêm do agrupamento dos resultados de ambas as partes gerais do currículo (Bg e

Gg) e os resultados relativos às orientações específicas resultam da junção dos resultados das quatro partes específicas do currículo (B10, B11, G10 e G11). Relativamente à análise das fichas de avaliação externa, a apresentação e a discussão dos resultados têm em consideração as duas modalidades de fichas de avaliação externa produzidas, à época do estudo, pelo GAVE para esta disciplina: exames nacionais (EN) e testes intermédios (TI).



*Figura 2.7.* Complexidade dos conhecimentos científicos do trabalho prático no currículo de Biologia e Geologia, considerado no seu todo e em cada uma das suas partes, e nas fichas de avaliação externa (adaptado de Ferreira & Morais, 2014a, 2014b).

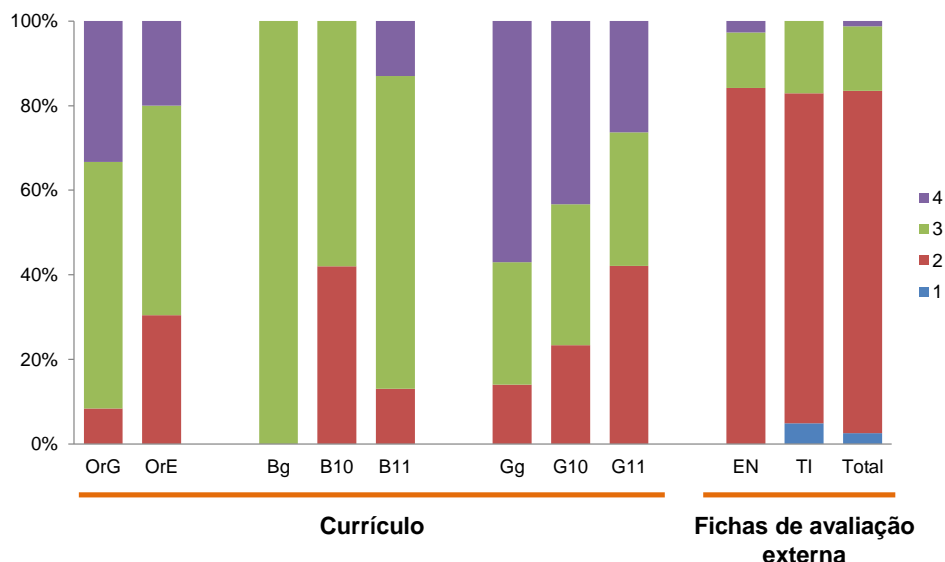
No currículo verificou-se que, nas unidades de análise com referência a trabalho prático, as orientações gerais não faziam referência ao conhecimento científico a ser objeto de transmissão/aquisição e de avaliação no trabalho prático. Quando o currículo foi considerado no seu todo, os resultados das orientações específicas evidenciaram a presença dos quatro graus de complexidade do conhecimento científico,

prevalecendo os graus 2 e 3, relativos a conceitos simples e a conceitos complexos, respetivamente.

Comparando a componente de Biologia com a componente de Geologia, é possível constatar que o conhecimento científico do trabalho prático em Biologia era mais complexo que o conhecimento científico em Geologia, nos dois anos de escolaridade. A maior complexidade do conhecimento do trabalho prático em Biologia deveu-se ao seu foco na teoria celular e na teoria de evolução. Considera-se que a situação que melhor representa uma aprendizagem científica significativa quando se implementa trabalho prático é aquela que está mais próxima da componente de Biologia, onde se pressupõe a apreensão de temas unificadores pela compreensão de conhecimentos complexos e de conhecimentos simples, havendo um equilíbrio no grau de complexidade dos conhecimentos científicos.

Nas fichas de avaliação externa, os dados mostram que as questões de trabalho prático (e é importante salientar que apenas essas foram analisadas) de ambas as modalidades de fichas de avaliação externa avaliavam conhecimento científico maioritariamente de grau 2, correspondente a conceitos simples. Verifica-se, assim, uma diminuição da complexidade dos conhecimentos científicos do trabalho prático quando se passa do currículo para as fichas de avaliação externa. Há, assim, uma inconsistência entre a mensagem do currículo e a mensagem das fichas de avaliação externa quanto ao trabalho prático.

Quanto à complexidade das capacidades cognitivas do trabalho prático no currículo, o gráfico da Figura 2.8. evidencia que nas orientações gerais prevaleceram capacidades cognitivas complexas associadas ao trabalho prático, ou seja, prevaleceram capacidades de processos científicos complexas. Considerando as orientações específicas e quando o currículo foi considerado no seu todo, a maior parte dos excertos continham capacidades cognitivas complexas (graus 3 ou 4), correspondendo aos processos cognitivos de análise e de utilização do conhecimento.



*Figura 2.8.* Complexidade das capacidades cognitivas do trabalho prático no currículo de Biologia e Geologia, considerado no seu todo e em cada uma das suas partes, e nas fichas de avaliação externa (adaptado de Ferreira & Morais, 2014a, 2014b).

Comparando as componentes de Biologia e de Geologia, o gráfico mostra que a maior complexidade das capacidades cognitivas predominou em Geologia, evidenciada pela frequência de unidades classificadas com o grau 4. A elevada complexidade das capacidades cognitivas em Geologia esteve particularmente relacionada com a presença no currículo das seguintes capacidades: formulação de hipóteses, tomada de decisões, construção de modelos, pesquisa, organização e tratamento de informação. Neste caso, considera-se que a situação que melhor representa uma aprendizagem científica significativa quando se implementa trabalho prático é aquela que está mais próxima da componente de Geologia, onde se pressupõe que exista um equilíbrio no desenvolvimento de capacidades cognitivas complexas e de capacidades simples no ensino das ciências, apesar de estar ausente a importante capacidade de memorização.

Relativamente às fichas de avaliação externa, os resultados expressos no gráfico evidenciam que, em ambas as fichas de avaliação externa, as

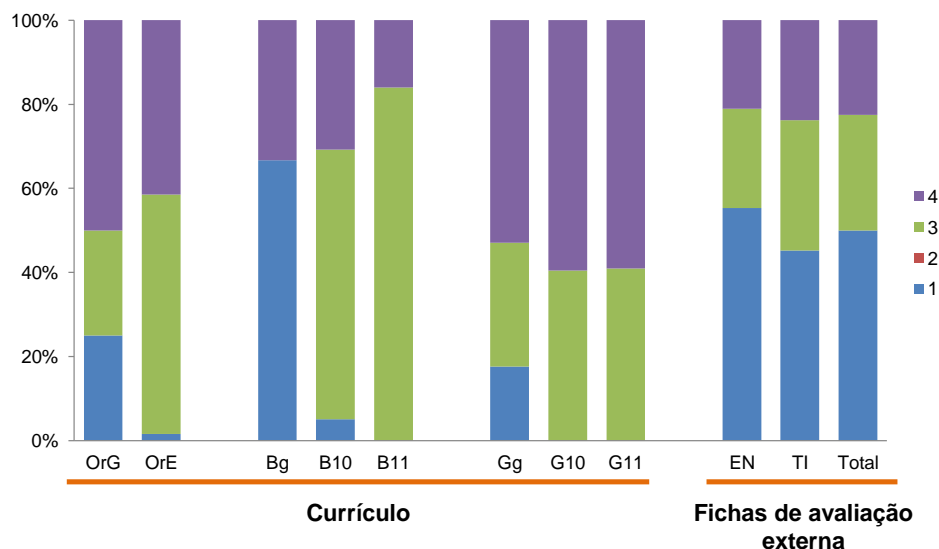
questões de trabalho prático avaliavam capacidades cognitivas que implicavam, sobretudo, o processo cognitivo de compreensão (grau 2). Deste modo, à semelhança da complexidade dos conhecimentos científicos, também aqui se verifica uma diminuição da complexidade das capacidades cognitivas do trabalho prático quando se passa do currículo para as fichas de avaliação externa.

No que concerne aos resultados da relação entre teoria e prática, quando se consideram apenas as unidades de análise com referência a trabalho prático<sup>6</sup>, o gráfico da Figura 2.9. mostra que a mensagem das orientações gerais do currículo parece valorizar a relação entre teoria e prática (graus 3 e 4). Nas orientações específicas, essa valorização é ainda maior.

Comparando as componentes de Biologia e de Geologia, os dados do gráfico evidenciam que em todas as partes da componente de Geologia prevaleceu o grau 4, ou seja, a maior parte das unidades sugeriram uma relação entre conhecimento declarativo e conhecimento processual, tendo a teoria e a prática igual estatuto. Na componente de Biologia, nomeadamente nos 10.º e 11.º anos, a maioria dos excertos foi classificada com o grau 3, isto é, os excertos refletiam uma relação entre os dois tipos de conhecimento, centrando-se no conhecimento declarativo. Neste estudo, considerou-se que a situação desejável para a ocorrência de relações intradisciplinares entre conhecimento declarativo e conhecimento processual é aquela em que há um predomínio das relações entre estes dois tipos de conhecimento, sendo conferido ao conhecimento declarativo maior estatuto nessa relação (grau 3). Na sua globalidade, a componente de Biologia do 10.º e 11.º anos está mais próxima desta situação. Considera-se que esta situação é aquela que melhor representa uma aprendizagem científica significativa consolidada pela compreensão e aplicação de conhecimentos de processos científicos.

---

<sup>6</sup> No estudo de Ferreira (2014), o conjunto de unidades de análise sem referência a trabalho prático também foi avaliado para as diferentes dimensões de análise.

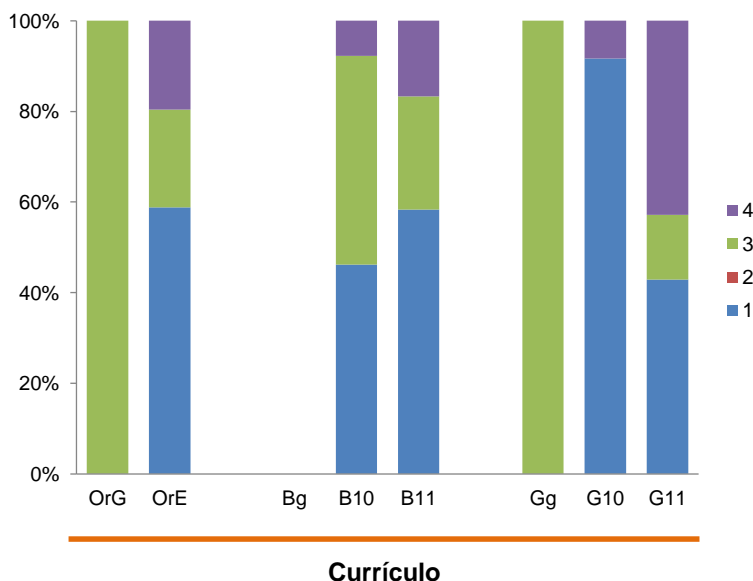


*Figura 2.9.* Relação entre teoria e prática no currículo de Biologia e Geologia, considerado no seu todo e em cada uma das suas partes, e nas fichas de avaliação externa (adaptado de Ferreira & Morais, 2014a, 2014b).

Em relação às fichas de avaliação externa, os resultados da análise mostram que nos exames nacionais predominaram as questões de trabalho prático classificadas com o grau 1 (55%). Este grau continuou a ter uma grande ênfase nos testes intermédios (45%). Essa classificação referiu-se à segunda parte do descritor, ou seja, a questões que contemplavam apenas conhecimento processual. Por exemplo, nas questões em que se avalia o conhecimento relativo à interpretação de dados em tabelas de uma determinada investigação sem o relacionar com conhecimento declarativo. Verifica-se, assim, uma desvalorização desta relação quando se passa do currículo de Biologia e Geologia para as fichas de avaliação externa.

Quanto aos resultados da relação entre diferentes atividades práticas, salienta-se que essa análise não decorreu ao nível das fichas de avaliação externa, uma vez que, nesse contexto, não se esperava que fosse estabelecida uma relação entre o conhecimento mobilizado em diferentes atividades práticas. Os dados do gráfico da Figura 2.10. mostram que nas

orientações específicas do currículo sobressai a ausência de relações entre diferentes atividades práticas (grau 1).



*Figura 2.10.* Relação entre diferentes atividades práticas no currículo de Biologia e Geologia, considerado no seu todo e em cada uma das suas partes (adaptado de Ferreira, 2014).

Em ambas as componentes do currículo, quer no programa do 10.º ano quer no programa do 11.º ano, sobressai a ausência de relações entre diferentes atividades práticas (grau 1), sobretudo na componente de Geologia do 10.º ano. No entanto, em Biologia do 10.º ano e em Geologia do 11.º ano há a destacar a elevada frequência de unidades de análise que exprimiam uma relação entre o conhecimento científico a mobilizar numa determinada atividade prática e o conhecimento científico já explorado em outras atividades práticas (graus 3 e 4).

Relativamente às orientações gerais, representadas apenas pela parte geral da Geologia, verificou-se que a sua mensagem parece valorizar a relação

entre diferentes atividades práticas (grau 3). Contudo, este aspeto teve pouco significado porque apenas se encontrou uma unidade de análise das orientações gerais do currículo passível de ser analisada quanto a esta dimensão.

**Análise do trabalho prático nas práticas pedagógicas.** A Tabela 2.18. apresenta a síntese da caracterização das práticas pedagógicas de cada uma das professoras quanto às dimensões que permitiram apreciar o nível de exigência conceptual do trabalho prático. Pode verificar-se, pelos graus expressos na tabela, que nenhuma das quatro práticas pedagógicas evidenciou um elevado nível de exigência conceptual do trabalho prático para o conjunto das diferentes dimensões de *o que* e de *o como* consideradas no estudo, nem no contexto de transmissão/aquisição nem no contexto de avaliação.

A maior complexidade conceptual do trabalho prático prevaleceu, no entanto, nas práticas das professoras Rute e Vera, sobretudo no contexto de transmissão/aquisição. Estas eram as professoras das escolas classificadas nos níveis mais elevados dos *rankings* nacionais e cujos alunos pertenciam a setores sociais mais providos de recursos. No caso da professora Vera, destaca-se a maior complexidade das capacidades cognitivas mobilizadas na realização do trabalho prático (graus 2 e 3 relativos aos processos cognitivos de compreensão e de análise). No caso da professora Rute, destaca-se o estabelecimento de uma maior relação entre teoria e prática, nos casos em que a teoria tem um estatuto mais elevado que a prática (grau 3).

Tabela 2.18.

*Comparação das práticas pedagógicas quanto ao nível de exigência conceptual do trabalho prático.*























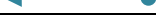





Dimensões de análise		Contexto de transmissão/aquisição		Contexto de avaliação do trabalho prático
		Componente teórica	Componente prática	
<i>O Que</i>	Conhecimentos científicos	- - *	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>
			<b>Grau 1/ Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>
			<b>Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>
			<b>Grau 1/ Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>
<i>O Que</i>	Capacidades cognitivas	- - *	<b>Grau 2</b>	<b>Grau 1/ Grau 2</b>
			<b>Grau 1/ Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>
			<b>Grau 2 / Grau 3</b>	<b>Grau 2</b>
			<b>Grau 2</b>	<b>Grau 2</b>
<i>O Como</i>	Relação entre discursos	<b>C<sup>++</sup></b>	<b>C<sup>-</sup></b>	<b>C<sup>-</sup></b>
			<b>C<sup>+</sup> / C<sup>-</sup></b>	<b>C<sup>-</sup></b>
			<b>C<sup>+</sup> / C<sup>-</sup></b>	<b>C<sup>-</sup></b>
			<b>C<sup>++</sup> / C<sup>+</sup></b>	<b>C<sup>+</sup></b>
<i>O Como</i>	Relação entre diferentes atividades práticas	- - *	<b>C<sup>++</sup></b>	- - *
			<b>C<sup>++</sup></b>	
			<b>C<sup>++</sup></b>	
			<b>C<sup>++</sup></b>	

*Notas.* A vermelho, caracterização da prática da professora Rute. A verde, da professora Sara. A roxo, da professora Vera. A azul, da professora Marta. \*A dimensão não foi analisada nesse contexto. Adaptado de Ferreira (2014).

**Recontextualização do discurso pedagógico oficial nas práticas pedagógicas.** Para analisar a recontextualização do discurso pedagógico oficial (DPO) na prática pedagógica das quatro professoras, procedeu-se à comparação da mensagem veiculada nos documentos oficiais, nomeadamente no currículo e nas fichas de avaliação externa, com a mensagem expressa na prática das professoras. A Tabela 2.19. pretende ilustrar essa recontextualização feita por cada uma das professoras e para cada uma das dimensões de análise.

Tabela 2.19.

*Extensão e sentido de recontextualização do DPO nas práticas pedagógicas quanto ao nível de exigência conceptual do trabalho prático.*

Dimensões de análise		Contexto de transmissão/ aquisição da componente prática				Contexto de avaliação do trabalho prático			
		G1	G2	G3	G4	G1	G2	G3	G4
O Que	Conhecimentos científicos								
									
									
									
	Capacidades cognitivas								
									
									
									
O Como	Relação entre teoria e prática								
									
									
									
	Relação entre diferentes atividades práticas								
									
									

Notas.  Professora Rute.  Professora Sara.  Professora Vera.  Professora Marta. \* A dimensão não foi analisada nesse contexto. Adaptado de Ferreira (2014).

Salienta-se que os pontos, no contexto de transmissão/aquisição da componente prática, evidenciam a tendência da mensagem veiculada pelo currículo de Biologia e Geologia, mais especificamente pela parte geral de Biologia e pela Biologia do 10.º ano de escolaridade, dado que as práticas das professoras estiveram centradas em unidades temáticas de Biologia do 10.º ano. Os pontos no contexto de avaliação do trabalho prático mostram a tendência da mensagem veiculada nas fichas de avaliação externa. Por sua vez, cada uma das setas indica o sentido e a extensão da recontextualização do DPO nas práticas pedagógicas.

Os dados da Tabela 2.19. mostram que as professoras recontextualizaram o DPO expresso nos documentos oficiais, mas com sentidos e extensões

diferentes e dependente da dimensão considerada. Verifica-se que, no contexto de transmissão/aquisição da componente prática, as professoras tenderam a recontextualizar a mensagem da componente de Biologia do programa do 10.º ano no sentido de diminuir o seu nível de exigência conceptual, mas com extensões diferentes. Na globalidade das dimensões consideradas, foram as práticas das professoras Sara e Marta, cujos alunos tinham acesso a menos recursos económicos e/ou culturais, que assumiram as recontextualizações mais extensas.

No contexto de avaliação do trabalho prático, as professoras tenderam a seguir a mensagem das fichas de avaliação externa, sobretudo ao nível da complexidade dos conhecimentos científicos e das capacidades cognitivas. Nesse contexto, a recontextualização ocorreu na relação entre teoria e prática, com sentidos diferentes. Como os exames e o currículo não eram coerentes em termos da mensagem que veiculavam quanto ao trabalho prático, os professores tenderam a centrar-se sobretudo no que foi avaliado nos exames em detrimento do que estava expresso no currículo (Britton & Schneider, 2007).

### Considerações finais

O currículo de Biologia e Geologia, considerado no seu todo, evidenciou um nível de exigência conceptual do trabalho prático relativamente elevado quanto ao contexto de transmissão/aquisição. Contudo, quando as componentes de Biologia e de Geologia foram analisadas de forma separada, constatou-se que a componente de Biologia apresentou um nível mais elevado de exigência conceptual do que a componente de Geologia. No caso da avaliação externa, o nível de exigência conceptual do trabalho prático é menor que o do currículo, relativamente à componente de Biologia (a mais valorizada na avaliação externa). Verificou-se, assim, a ocorrência de descontinuidades entre a mensagem das diferentes partes do currículo e entre essa mensagem e a mensagem das fichas de avaliação externa quanto ao trabalho prático. Estas conclusões foram baseadas na análise do nível de exigência conceptual do trabalho prático, tomado em função da complexidade dos conhecimentos científicos e das capacidades

cognitivas e da relação entre teoria e prática e entre diferentes atividades práticas.

Os resultados do estudo também mostraram que os documentos oficiais, nomeadamente as orientações específicas dos programas e as fichas de avaliação externa, atribuem pouca ênfase ao trabalho prático. Estes resultados contrariam as orientações gerais do Ministério da Educação expressas, por exemplo, nas orientações gerais do currículo e no normativo legal que atribuiu um peso mínimo de 30% à avaliação da componente prática (Portaria n.º 1322/2007).

Ao nível das práticas pedagógicas, observadas em unidades temáticas de Biologia do 10.º ano, verificou-se que nenhuma das práticas evidenciou um elevado nível de exigência conceptual do trabalho prático, nem no contexto de transmissão/aquisição nem no contexto de avaliação. Essas práticas tenderam a aproximar-se do nível de exigência expresso nas fichas de avaliação externa. Foi, assim, a avaliação externa que determinou as regras do que foi valorizado quanto ao nível de exigência conceptual do trabalho prático nas práticas dos professores. Deste modo, os resultados do presente estudo apontam para a necessidade de repensar a avaliação externa de Biologia e Geologia de modo a haver uma coerência horizontal entre o currículo, a prática pedagógica e a avaliação. Tal como referem Wilson e Bertenthal (2006), “para desempenhar bem a sua função, a avaliação deve estar fortemente ligada ao currículo e à instrução para que os três elementos estejam direcionados para os mesmos objetivos” (p. 4).

Os resultados deste estudo também apontam para o facto das professoras das escolas classificadas nos níveis mais baixos dos *rankings* nacionais e cujos alunos pertenciam a setores sociais menos providos de recursos apresentarem práticas que se caracterizaram pelos níveis mais baixos de exigência conceptual. Os alunos dessas escolas ficaram assim ainda mais desfavorecidos ao nível da sua educação científica. Deste modo, o contexto social da turma parece influenciar a prática pedagógica, levando a que os professores diminuam ou aumentem o nível de exigência

conceptual do trabalho prático, para se adaptarem ao que julgam ser as capacidades de aprendizagem dos alunos.

As conclusões deste estudo, que vêm apoiar resultados de estudos anteriores (ex., Domingos, 1987; Silva, Morais & Neves, 2014), em outros contextos que não apenas o do trabalho prático, revestem-se de especial importância se se pretender que todos os alunos alcancem um elevado nível de literacia científica. A comunidade educativa deve ser sensibilizada para uma mudança consciente das suas teorias e práticas.

## Referências

- Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Afonso, M. (2008). A educação científica no 1.º Ciclo do Ensino Básico: Das teorias às práticas. Porto: Porto Editora.
- 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.
- 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*. New York: Longman.
- Bell, L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30–33.
- Bernstein, B. (1990). *Class, codes and control: Vol. IV, The structuring of pedagogic discourse*. Londres: Routledge.
- Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique* (Revised edition). Nova Iorque: Rowman & Littlefield.
- Britton, E. D., & Schneider, S. A. (2007). Large-scale assessments in science education. In N. Lederman & S. Abel (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1007-1040). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bruner, J. (1963). *The process of education*. New York: Vintage Books.
- BSCS (Biological Sciences Curriculum Studies) (2003). *Biology: A human approach teacher's handbook* (2ª ed.). Dubuque, Iowa: Kendall.

- BSCS (Biological Sciences Curriculum Studies) (2009). *The Biology teacher's handbook* (4ª ed.). Arlington, VA: NSTA Press.
- Chiappetta, E. (1997). Inquiry-based science: Strategies and techniques for encouraging inquiry in the classroom. *Science Teacher*, 64(7), 22-26.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6ª ed.). Oxford, UK: Routledge.
- DEB (Departamento do Ensino Básico). (2004). *Organização Curricular e Programas Ensino Básico — 1.º Ciclo* (4ª ed.). Lisboa: Ministério da Educação.
- DES (Departamento do Ensino Secundário). (2001). *Programa de Biologia e Geologia — 10.º ou 11.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DES (Departamento do Ensino Secundário). (2003). *Programa de Biologia e Geologia — 11.º ou 12.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Domingos, A. M. (presentemente Morais) (1987). Influência da classe social no nível de desenvolvimento científico dos alunos. *Revista de Educação*, 1(2), 55-63.
- Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse, A. (Ed.) (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grade K-8*. Washington: National Academies Press.
- Ferreira, S. (2014). *Trabalho prático em Biologia e Geologia no ensino secundário: Estudo dos documentos oficiais e suas recontextualizações nas práticas dos professores*. Tese de doutoramento. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014a). 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.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014b). Currículo e exames nacionais: Estudo da exigência conceptual 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. 265-284). Lisboa: Edições Sílabo.
- Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Carvalho, A., Torregrosa, J., Salinas, J., Valdés, P., González, E., Duch, A., Carré, A., Tricárico, H., & Gallego, R. (2002). Defending constructivism in science education. *Science & Education*, 11(6), 557-571.
- Harlen, W. (1993). *Teaching and learning primary science*. Londres: Paul Chapman.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 71(256), 33-40.

- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22(1), 85-142.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Ketelhut, D., Nelson, B., Clarke, J., & Dede, C. (2010). A multi-user virtual environment for building and assessing higher order inquiry skills in science. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 56-68.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. V. Caetano & M. G. Santos (Orgs.), *Cadernos Didáticos de Ciências – Volume 1* (pp. 77-96). Lisboa: Ministério da Educação.
- Leite, L., & Dourado, L. (2013). Laboratory activities, science education and problem-solving skills. *Procedia – Social and behavioral sciences*, 106, 1677-1686.
- 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.
- Millar, R. (2004, Junho). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. Comunicação apresentada no Encontro High School Science Laboratories: Role and Vision, National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Millar, R. (2010). Practical work. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say* (2ª ed.) (pp. 108-134). Berkshire, UK: Open University Press.
- Millar, R., Maréchal, J., & Tiberghien, A. (1999). Mapping the domain – varieties of practical work. In J. Leach & A. Paulsen (Eds.), *Practical work in science education* (pp. 33-59). Denmark: Roskilde University Press.
- Millar, R., Tiberghien, A., & Maréchal, J. (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., & Neves, I. (2012). Estruturas de conhecimento e exigência conceptual na educação em ciências. *Revista Educação, Sociedade & Culturas*, 37, 63-88.
- NRC (National Research Council). (1996). *National Science Education Standards: observe, interact, change, learn*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC (National Research Council). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- Portaria n.º 1322/2007, de 4 de outubro, Ministério da Educação. Diário da República, 1ª série, 192, 7107-7123.

- Roberts, R., Gott, R., & Glaesser, J. (2010). Students' approaches to open-ended science investigation: The importance of substantive and procedural understanding. *Research Papers in Education*, 25(4), 377-407.
- Rodrigues, A., Pereira, C., Borges, I., & Azevedo, L. (2009). *Pasta mágica – Estudo do meio 3, 3.º ano*. Porto: Areal Editores.
- Silva, A., Mesquita, A., Gramaxo, F., Santos, M., Baldaia, L., & Félix, J. (2007). *Terra, Universo de Vida – Biologia – 10.º ano*. Porto: Porto Editora.
- Silva, P., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2014). 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.
- Wellington, J., & Ireson, G. (2008). *Science learning, science teaching*. London: Routledge.
- Wilson, M., & Bertenthal, M. (Eds.) (2006). *Systems for state science assessment*. Washington, DC: National Academies Press.
- Woolnough, B., & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.