



## CIÊNCIAS HUMANAS

# O papel dos manuais escolares de Ciências Naturais do 8.º ano na aprendizagem de processos científicos

## *The role of 8<sup>th</sup> grade Natural Sciences textbooks in the learning of scientific processes*

José Luís Coelho da Silva<sup>1</sup>

### RESUMO

A maioria dos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 8.º ano privilegia atividades laboratoriais assentes em protocolos muito estruturados, determinando o modo de operacionalização de todas ou da maioria das fases a executar. Sabendo-se que estas atividades enfatizam a promoção da aprendizagem do conhecimento substantivo, mas, também, contribuem, explícita e/ou implicitamente, para a aprendizagem do conhecimento procedimental, importa compreender o seu contributo no desenvolvimento da capacidade de operacionalização dos processos científicos. O estudo envolveu um *corpus* de 56 atividades laboratoriais, distribuídas por sete manuais escolares. A recolha de dados processou-se através da aplicação de uma grelha, com enfoque na operacionalização dos processos científicos em articulação com estratégias metacognitivas. Os resultados mostram a necessidade de repensar o tipo de atividades laboratoriais incluídas nos manuais escolares, incrementando situações de aprendizagem potenciadoras do envolvimento dos alunos na tomada de decisões acerca do modo de operacionalização dos processos científicos e na reflexão metacognitiva sobre o desempenho na sua execução.

**Palavras-chave:** Educação em ciências; atividades laboratoriais; processos científicos, metacognição.

### ABSTRACT

*The majority of Portuguese 8<sup>th</sup> grade Natural Sciences textbooks privilege laboratory activities based on strongly structured lab sheets, that determine how all or most of the phases should be executed. These activities emphasize the learning of conceptual knowledge but also, explicitly and/or implicitly, contribute to the learning of procedural knowledge, so it is important to understand their contribution in the development of the ability to conduct the scientific processes. The study involved a corpus of 56 laboratory activities, distributed throughout seven textbooks. Data were collected through a grid focusing on the operationalization of the scientific processes and the metacognitive strategies in laboratory activities of textbooks. The results show the need to rethink the type of laboratory activities included in textbooks, introducing more situations that enhance the students involvement in the decision making process about the way scientific processes should be done and in the metacognitive reflection on the performance of its execution.*

**Keywords:** Science education; laboratory activities; scientific processes; metacognition.

---

<sup>1</sup> Universidade do Minho, Instituto de Educação, Centro de Investigação em Educação – Braga - Portugal.

## 1. INTRODUÇÃO

As atividades laboratoriais, isto é, atividades que implicam o uso de instrumentos e material de laboratório, podendo exigir ou não o controlo e manipulação de variáveis, designadas no primeiro caso por experimentais e no segundo caso por não experimentais, são reconhecidas como um recurso didático relevante na aprendizagem das Ciências. É esse o estatuto assumido frequentemente nos manuais escolares (livros didáticos) portugueses, evidenciado nas opções pedagógicas adotadas pela pluralidade de autores responsáveis pela diversidade de manuais escolares concebidos para cada um dos anos de escolaridade do ensino Básico (1.º ao 9.º ano de escolaridade) e do ensino Secundário (10.º ao 12.º ano de escolaridade). Neste contexto editorial, é possível distinguir globalmente dois tipos de atividades laboratoriais – atividades de tipo orientado e atividades de tipo investigativo –, corporizadas em guiões/protocolos que se caracterizam pela enumeração de um maior ou menor número de instruções a seguir na sua execução. O primeiro tipo de atividades caracteriza-se pela enumeração das diretrizes que indicam o modo de operacionalização a seguir na concretização de todas ou da maioria das fases - Problema, Objetivos, Hipótese, Previsão, Contextualização Teórica, Materiais, Métodos/Técnicas, Registo de Dados, Análise de Dados, Conclusões, Comunicação e Reflexão -, assegurando a descrição dos passos metodológicos cruciais para a obtenção e interpretação de dados, potenciadora da (re)construção de um determinado conhecimento. É neste tipo que se enquadram as atividades laboratoriais a seguir enumeradas e que tomam designações diferentes consoante a tipologia idealizada: 1) Experiências ilustrativas, Experiências orientadas para a determinação do que acontece e Prevê-Observa-Explica-Reflete (procedimento laboratorial fornecido) (COELHO DA SILVA & LEITE, 1997); 2) Exercícios práticos para ilustrar a teoria (CAAMAÑO, 2004), 3) Prevê-Observa-Explica (GUNSTONE, 1991; COROMINAS, 2011) e 4) atividades de nível de indagação zero e um (HERRON, 1971<sup>2</sup>). O segundo tipo de atividades - *investigativo* - identifica-se na transferência para os alunos da tomada de decisão na estruturação da metodologia a seguir na indagação, na resolução de problemas (teóricos ou práticos), através da definição do modo de execução das fases atrás enumeradas e, posterior, implementação, numa aproximação ao trabalho desenvolvido pelos cientistas. Neste segundo tipo integram-se as atividades laboratoriais classificadas como: 1) Prevê-Observa-Explica-Reflete (procedimento laboratorial a definir pelo aluno) (COELHO DA SILVA & LEITE, 1997), 2) Investigação (WOOLNOUGH & ALSSOP, 1985; COELHO DA SILVA & LEITE, 1997; CAAMAÑO, 2004; COROMINAS, 2011) e 3) atividades de nível de indagação dois e três (HERRON, 1971<sup>3</sup>). O objetivo de aprendizagem predominante que poderá estar subjacente à execução das atividades de tipo orientado é a promoção do desenvolvimento da aprendizagem do conhecimento substantivo enquanto na execução das atividades de tipo investigativo o objetivo que se pretenderá acentuar é a promoção do desenvolvimento da competência investigativa, numa aproximação à metodologia científica. Contudo, as atividades laboratoriais de tipo orientado implicam a operacionalização de processos científicos<sup>4</sup> que serão, também, aqueles que terão de ser mobilizados de um modo holístico na estruturação e implementação das atividades laboratoriais de tipo investigativo. Poderão contribuir, assim, para a familiarização dos alunos com os processos

<sup>2</sup> A tipologia de Herron foi construída a partir da ampliação de uma tipologia definida por Joseph Schwab (HERRON, 1971, p. 200) com a inclusão do nível de indagação zero. Esta tipologia integra mais dois níveis de indagação (dois e três) que se caracterizam por um maior grau de abertura.

<sup>3</sup> A tipologia de Herron é constituída por estes dois níveis de indagação e pelos dois níveis referidos anteriormente (ver nota de rodapé anterior). Esta tipologia tem sido temporalmente valorizada por vários investigadores (TAMIR, 1991; SANMARTÍ, 2009; CARMEN, 2011).

<sup>4</sup> Adota-se a designação de processos científicos segundo a tipologia de conteúdos procedimentais na educação em Ciências definida por Pujol (2007, p. 268-269), que os classifica como procedimentos específicos das Ciências por serem equivalentes àqueles que são usados pela comunidade científica e, como tal, característicos da investigação científica.

científicos, anteriormente à implementação de atividades de tipo investigativo, para que possam tomar as decisões necessárias e adequadas na estruturação de uma investigação. As próprias atividades de tipo investigativo também não estão desligadas da exploração de um conhecimento científico, podendo, assim, contribuir para a sua (re)construção. As interações enunciadas reforçam a impossibilidade de estabelecer fronteiras que delimitem quando uma atividade laboratorial está a contribuir para a aprendizagem apenas do conhecimento substantivo ou do conhecimento procedimental. Face ao exposto, o papel educativo das atividades laboratoriais de tipo orientado não pode ser visualizado unicamente no contributo para o desenvolvimento da aprendizagem do conhecimento substantivo, devendo contemplar, também, o contributo no desenvolvimento da aprendizagem dos processos científicos.

Sabendo-se que a maioria dos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 8.º ano privilegiam as atividades laboratoriais do tipo orientado, que estas enfatizam a promoção da aprendizagem do conhecimento substantivo e promovem, também, explícita e/ou implicitamente a aprendizagem do conhecimento procedimental, importa compreender o contributo dessas atividades no desenvolvimento da capacidade de operacionalização dos processos científicos.

## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

As atividades práticas assumem um estatuto relevante na educação em Ciências pela possibilidade de promoverem o envolvimento ativo e significativo dos alunos na aprendizagem (MIRANDA, LEDA & PEIXOTO, 2013). Estatuto este que se evidencia quando são estruturadas segundo um paradigma epistemológico-pedagógico autosocioconstrutivista (BASSIS, 1997 in SANTOS, 2005) e construtivista crítico (KINCHELOE, 2006). Nesse conjunto de atividades práticas enquadram-se as atividades laboratoriais que, pela diversidade de modos de operacionalização passíveis de assumirem, não podem ser confundidas com uma metodologia particular e única (CARMEN, 2011). Este pressuposto é corroborado pela existência de tipologias de atividades laboratoriais, como as referidas na secção anterior, que contribuem para a compreensão das finalidades educativas primordiais que elas podem desempenhar. A natureza dos guiões/protocolos das atividades laboratoriais, pautada pela explicitação clara do que se pretende dos alunos, é sublinhada como uma condição necessária para que possam desempenhar os papéis educativos desejados e desenvolver as aprendizagens necessárias (BÉCU-ROBINAULT, 2002). Embora possam partilhar semelhanças com outras atividades práticas, é possível apontar um conjunto de condições que se evidenciam na concretização das atividades laboratoriais e lhes conferem identidade (CARMEN, 2011): a) envolvem a operacionalização de processos científicos; b) implicam a utilização de instrumentos e materiais iguais ou idênticos aos usados pelos cientistas, c) são usualmente executadas num laboratório; d) envolvem a aplicação de medidas de segurança em virtude dos potenciais riscos que lhes são inerentes; e) são os alunos os responsáveis pela sua execução, podendo assumir diferentes níveis de participação; f) são passíveis de serem planificadas pelos alunos, permitindo a assunção de graus diferenciados de tomada de decisão; g) são, em virtude dos aspetos anteriores, mais complexas de estruturar do que outras atividades de aprendizagem como, por exemplo, as atividades de lápis e papel. O valor educativo das atividades laboratoriais é evidenciado pelas vantagens sintetizadas por Carmen (2011), na sequência de uma revisão de literatura: 1) são insubstituíveis na aprendizagem dos processos científicos; 2) contribuem para a compreensão do conhecimento substantivo; 3) contribuem para o desenvolvimento do raciocínio científico; 4) contribuem para a compreensão do processo de construção do conhecimento científico 5) contribuem para o desenvolvimento da motivação, do interesse pelas

Ciências e 6) contribuem para o desenvolvimento de atitudes próprias da atividade científica. Corominas (2011) recomenda o recurso a atividades laboratoriais do tipo Prevê-Observa-Explica quando o objetivo primordial é a promoção da compreensão de um fenómeno. As atividades laboratoriais como o único recurso educativo eficaz na promoção da aprendizagem dos processos científicos, salvaguardando-se as diferenças entre a Ciência Escolar e a Ciência dos Cientistas (PRO BUENO, 2011), já foi afirmado por Beney e Séré (2002), tendo sublinhado algumas condições a cumprir para que adquiram mais significado para os alunos. A aprendizagem dos processos científicos não é compatível com abordagens ao acaso, devendo assentar na definição explícita dos modos de operacionalização em função dos objetivos que presidem ao estudo do fenómeno em causa. Apontam, ainda, a reflexão sobre o modo de operacionalização dos processos científicos como uma condição necessária para que essa eficácia se traduza verdadeiramente numa aprendizagem significativa, na compreensão do que se aprende e como se aprende. Neste âmbito, enfatizam, como enfoques primordiais de reflexão, a identificação das razões que subjazem à opção por um modo de operacionalização dos processos científicos em detrimento de outro e ao uso de processos idênticos ou diferentes consoante os fenómenos em estudo. É, também, nesta perspetiva que se preconizam as atividades laboratoriais como atividades passíveis de integrar ou serem acompanhadas por tarefas orientadas para a reflexão metacognitiva (COELHO DA SILVA, 2009; ROSA, 2017). Estar-se-á, deste modo, a contribuir para o desenvolvimento da competência de aprender a aprender (MARTÍN & MORENO, 2009) e, conseqüentemente, para o desenvolvimento da autonomia dos alunos (COELHO DA SILVA, 2009). Integram-se, neste âmbito, tarefas educativas que envolvam o próprio aluno na compreensão da natureza das atividades laboratoriais, dos aspetos que lhes conferem identidade, das funções educativas que podem desempenhar e da diversidade estrutural que podem assumir em relação com os objetivos de aprendizagem desejados e/ou as necessidades educativas dos alunos. Insere-se, ainda, a reflexão do aluno sobre ele próprio, sobre a sua imagem enquanto aprendiz neste contexto educativo, e a regulação individual e/ou colaborativa da execução das atividades laboratoriais.

### 3. METODOLOGIA

O *corpus* de análise é constituído pelas atividades laboratoriais de tipo orientado, que integram sete manuais escolares portugueses para a disciplina de Ciências Naturais (CN) do 8.º ano. Embora estejam disponíveis nove manuais escolares no mercado livreiro português, não são, neste estudo, incluídos dois manuais escolares, pertencentes a uma mesma editora, por razões de ordem ética. A Tabela 1 mostra o enquadramento das 56 atividades laboratoriais no seio de cada um dos manuais escolares, evidenciando a sua distribuição pelos subdomínios (SD) do domínio<sup>5</sup> 'Terra. Um Planeta com Vida' (SD1: Sistema Terra: da Célula à Biodiversidade) e do domínio 'Sustentabilidade na Terra' (SD2: Ecossistemas, SD3: Gestão Sustentável dos Recursos), que estão estipulados no documento oficial - Metas Curriculares – orientador dos processos de ensino e de aprendizagem das Ciências Naturais do 8.º ano (BONITO, 2013).

---

<sup>5</sup> Entende-se por 'Domínio' uma área aglutinadora de conteúdos, a que corresponde uma unidade temática, podendo dividir-se em agrupamentos de menor inclusão, designados de 'Subdomínios' (BONITO, 2013, p. 1).

**Tabela 1.** Atividades laboratoriais nos manuais escolares de CN do 8.º ano

MANUAIS ESCOLARES - Editora	ATIVIDADES LABORATORIAIAS				
	TOTAL (f)	Tipo Orientado			
		SD1 (f)	SD2 (f)	SD3 (f)	Total (f/%)
ME1 - Areal Editores	<b>11</b>	4	6	---	<b>10 / 90,9</b>
ME2 - Texto Editores	<b>12</b>	4	7	---	<b>11 / 91,7</b>
ME3 - Santillana	<b>12</b>	2	8	1	<b>11 / 91,7</b>
ME4 - Texto Editores	<b>8</b>	1	1	---	<b>2 / 25,0</b>
ME5 - Areal Editores	<b>8</b>	1	7	---	<b>8 / 100,0</b>
ME6 - ASA	<b>6</b>	1	4	---	<b>5 / 83,3</b>
ME7 - Raiz Editores	<b>11</b>	3	6	---	<b>9 / 81,8</b>

Fonte: Autor.

Os manuais escolares foram editados pela primeira vez em 2014 e por cinco editoras diferentes, encontrando-se em vigor pelo período de seis anos (PORTUGAL, 2006). A sua conceção envolveu 21 autores, organizados em sete equipas distintas. Os manuais escolares são, aqui, identificados pela sigla correspondente (ME), seguida de um número atribuído por ordem alfabética do último nome do primeiro autor: ME1 (ANTUNES, BISPO & GUINDEIRA, 2014), ME2 (CAMPOS & DIAS, 2014), ME3 (CARRAJOLA, MARTIN & HILÁRIO, 2014), ME4 (DELGADO, CANHA & TRINCA, 2014), ME5 (MOREIRA, SANT'OVAIA & PINTO, 2014a e 2014b), ME6 (OLIVEIRA, RIBEIRO & SILVA, 2014) e ME7 (PEREIRA et al., 2014). O manual escolar ME5 é o único que se apresenta organizado em dois volumes, sendo o primeiro volume constituído por dois subdomínios - 'Sistema Terra: da Célula à Biodiversidade' (SD1) e 'Ecossistemas' (SD2) - e o segundo volume constituído por um único subdomínio - 'Gestão Sustentável dos Recursos' (SD3).

A frequência total de atividades laboratoriais permite estabelecer uma primeira caracterização dos manuais escolares, distinguindo-se dois grupos: o primeiro, constituído pelos manuais escolares - ME1, ME2, ME3 e ME7 - que integram um número superior de atividades laboratoriais (11 ou 12) e o segundo, constituído pelos manuais escolares - ME4, ME5 e ME6 - que contém um número inferior de atividades laboratoriais (6 ou 8). O tipo de atividades permite destacar o manual escolar ME4 por ser aquele que, contrariamente a todos os outros, não privilegia as atividades laboratoriais de tipo orientado, optando por conferir maior relevo às atividades laboratoriais de tipo investigativo. Sublinha-se, ainda, a integração das atividades laboratoriais fundamentalmente nos subdomínios programáticos 'Sistema Terra: da Célula à Biodiversidade' (SD1) e 'Ecossistemas' (SD2), com maior representatividade neste último subdomínio para a maioria dos manuais escolares. As atividades laboratoriais incidem em temáticas diversificadas, conforme está registado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Enfoque temático das atividades laboratoriais de manuais escolares de CN do 8.º ano

ENFOQUE TEMÁTICO		ATIVIDADES LABORATORIAIS DE TIPO ORIENTADO (f)						
		ME1 (n=10)	ME2 (n=11)	ME3 (n=11)	ME4 (n=2)	ME5 (n=8)	ME6 (n=5)	ME7 (n=9)
Constituição de células procarióticas e/ou eucarióticas		2	2	2	1	1	1	2
Características do solo		1	2	---	---	1	---	---
Fatores abióticos no	desenvolvimento das plantas	1	2	3	1	1	---	2
	comportamento dos animais	---	2	2	---	3	2	1
Fatores bióticos	interações intraespecíficas	1	---	---	---	---	---	1
	interações interespecíficas	---	---	---	---	1	---	---
Plantas: seres autotróficos		---	---	1	---	---	---	---
Ciclos da matéria		3	1	---	---	---	---	---
Alteração e/ou preservação do equilíbrio dos ecossistemas		2	2	3	---	1	2	3

Fonte: Autor.

A constituição das células procarióticas e eucarióticas (vegetais e animais), o efeito dos fatores abióticos nos seres vivos (desenvolvimento das plantas e/ou comportamento dos animais), e os fatores/ações conducentes ao desequilíbrio/equilíbrio dos ecossistemas são as principais temáticas privilegiadas pela maioria dos manuais escolares nas atividades laboratoriais.

A metodologia de investigação consiste na implementação articulada de um procedimento de cariz qualitativo e de um outro de cariz quantitativo. O procedimento qualitativo consiste na aplicação de uma grelha de análise de atividades laboratoriais focalizada nos processos científicos e em estratégias metacognitivas<sup>6</sup> (COELHO DA SILVA & CARVALHO, 2017). A grelha é constituída por várias dimensões que correspondem a 12 processos científicos (*Problematização, Formulação de Hipóteses, Formulação de Previsões, Observação, Operacionalização de Variáveis, Medição, Classificação, Seriação, Pesquisa de Informação, Análise, Comunicação, Investigação*), perspetivados no âmbito da Ciência Escolar, e a duas estratégias metacognitivas (*Compreensão do Papel Educativo da Atividade Laboratorial e Regulação da Operacionalização de Processos Científicos*), estabelecidas em função do contexto de aplicação e do contributo primário na aprendizagem dos processos científicos. As dimensões estão divididas em subdimensões, expressas através de modos de operacionalização diversificados que refletem enfoques distintos mas também graus diferenciados de envolvimento dos alunos na sua consecução. Esta última característica decorre do pressuposto de que as atividades laboratoriais podem contribuir para o desenvolvimento da autonomia do aluno, possibilitando a assunção de um papel pró-ativo através da tomada de decisões, da reflexão e da regulação.

A análise efetuada no presente estudo não contempla as dimensões relativas aos processos científicos *Classificação* e *Seriação* porque as temáticas que integram as metas curriculares da disciplina de

<sup>6</sup> As estratégias metacognitivas são classificadas como um conteúdo procedimental geral segundo a tipologia de conteúdos procedimentais na educação em Ciências definida por Pujol (2007, p. 268-269).



Ciências Naturais do 8.º ano de escolaridade não implicam a sua mobilização (BONITO, 2013). Também não será considerada a dimensão relativa ao processo científico *Investigação* em virtude de se ter optado por centrar o presente estudo na análise das atividades laboratoriais de tipo orientado. É implementada a técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 2016), tendo por base as dimensões/subdimensões e os respetivos valores que cada uma pode assumir, conforme estão definidos *a priori* nessa grelha. A unidade de análise é definida de acordo com um critério semântico, correspondendo a uma ou mais instruções fornecidas nas atividades laboratoriais e que são as necessárias para a consecução de um dado processo científico ou de uma estratégia metacognitiva. A identificação das instruções que se enquadram nas dimensões/subdimensões definidas na grelha de análise e o estabelecimento da sua correspondência com o respetivo modo de operacionalização, também determinado pela grelha de análise, foram efetuados num primeiro momento pelo autor do presente artigo. A importância em reduzir a subjetividade inerente a este tipo de análise conduziu à implementação de um processo de validação de análise de conteúdo (COUTINHO, 2013) que consistiu na repetição da análise efetuada pelo autor num segundo momento e, posteriormente, na confrontação desta análise com a efetuada por uma professora dos ensinos Básico e Secundário com experiência prévia no uso da grelha, obtida através da sua aplicação a um outro conjunto de manuais escolares, e familiarizada com os manuais escolares aqui mobilizados. O procedimento quantitativo consiste na contabilização do número de atividades laboratoriais que refletem os modos de operacionalização apontados na grelha de análise, permitindo o estabelecimento de tendências e regularidades.

#### 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Se, por um lado, a Tabela 1 situa as atividades laboratoriais no seio de cada um dos manuais escolares, por outro lado, revela dados que são em si mesmo já um resultado de uma primeira análise da sua natureza: a maioria dos manuais escolares integra principalmente atividades laboratoriais de tipo orientado, determinando, assim, a natureza da ação dos alunos e reduzindo as possibilidades para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na operacionalização integrada e articulada de vários processos científicos (realização de atividades laboratoriais de tipo investigativo).

As atividades laboratoriais estão inicialmente identificadas por um problema, isto é, uma questão que indica o seu enfoque, ou por um título indicativo do assunto a explorar. Neste sentido, não são propostas tarefas orientadas para o desenvolvimento da capacidade de operacionalização do processo científico *Problematização*. Os processos científicos *Formulação de Hipóteses* e *Formulação de Previsões* não estão, também, contemplados. Assinala-se, ainda, a ausência do contributo das atividades laboratoriais no desenvolvimento da capacidade de operacionalização do processo científico *Pesquisa de Informação* em virtude da ausência de integração de tarefas orientadas nesse sentido e em articulação com as outras tarefas. Efetua-se, então, a apresentação e análise dos resultados relativos aos processos científicos passíveis de desenvolvimento pelas atividades laboratoriais de tipo orientado que integram os sete manuais escolares de Ciências Naturais do 8.º ano: *Observação*, *Operacionalização de Variáveis*, *Medição*, *Análise* e *Comunicação* (Tabelas 3 a 7). Cada Tabela incide numa dimensão da grelha de análise das atividades laboratoriais que corresponde a um determinado processo científico, mostra a divisão em subdimensões, explicita os respetivos modos de operacionalização determinados por essa grelha e indica a frequência de atividades em que estão patentes.

A Tabela 3 mostra o modo como as atividades laboratoriais dos manuais escolares determinam a operacionalização da *Observação* pelos alunos, permitindo caracterizar o processo a executar e evidenciar a natureza do papel a ser por eles assumido.

**Tabela 3.** O processo científico *Observação* nas atividades laboratoriais de manuais escolares de CN do 8.º ano

SUBDIMENSÃO/ Operacionalização	ATIVIDADES LABORATORIAIS DE TIPO ORIENTADO (f)							
	ME1 (n=10)	ME2 (n=11)	ME3 (n=11)	ME4 (n=2)	ME5 (n=8)	ME6 (n=5)	ME7 (n=9)	
<b>Focalização da Observação</b>								
Não indica nem solicita o enfoque a observar	5	5	2	1	4	2	2	
Indica o enfoque a observar	5	6	9	1	3	3	7	
Solicita a definição do enfoque a observar	---	---	---	---	1	---	---	
<b>Processo de observação</b>								
Sem recurso a instrumentos auxiliares	3	6	4	---	1	2	6	
Com recurso a instrumentos auxiliares	3	4	6	1	7	3	3	
Com e sem recurso a instrumentos auxiliares	4	1	1	1	---	---	---	
<b>Natureza da observação</b>								
Qualitativa	5	7	4	1	8	4	6	
Quantitativa	2	3	6	---	---	1	1	
Qualitativa e Quantitativa	3	1	1	1	---	---	2	
<b>Período de Observação</b>								
Não indica nem solicita a definição de	tempo total de observação	5	4	2	---	1	4	2
	frequência de observação	4	6	2	---	4	4	2
Indica o(a)	tempo total de observação	2	5	7	1	6	---	5
	frequência de observação	3	3	7	1	3	---	5
Solicita a definição de	tempo total de observação	---	---	---	---	---	---	---
	frequência de observação	---	---	---	---	---	---	---
<b>Registo de Observação</b>								
Não indica nem solicita o formato a adotar	5	8	1	---	4	2	4	
Indica o formato a adotar	5	3	10	2	4	3	5	
Solicita a seleção do formato a adotar	---	---	---	---	---	---	---	

Fonte: Autor.

As atividades laboratoriais incluídas em todos os manuais escolares envolvem a observação de objetos e/ou fenómenos, recorrendo ou não a instrumentos auxiliares, a procedimentos de cariz qualitativo



e/ou quantitativo e ao respetivo registo, em função de um determinado período de tempo. Os valores registados na Tabela 3 relativos aos modos de operacionalização do tempo total e da frequência de observação não integram as atividades laboratoriais focalizadas na observação de células e de nódulos nas raízes de leguminosas porque, nestes casos, o enfoque de observação incide na sua caracterização, não exigindo um período e uma frequência específica para ser concretizável, ao contrário dos fenómenos, que implicam um determinado período de tempo para que aconteçam e sejam, conseqüentemente, passíveis de observação.

As instruções fornecidas ou a sua ausência determinam o papel a ser desempenhado pelos alunos, permitindo a assunção ou não da responsabilidade na definição do modo de execução da observação e contribuindo, assim, para um maior ou menor desenvolvimento da capacidade de observação. A atribuição aos alunos da responsabilidade na definição do modo de execução da observação implicará a análise da sua adequação ao objetivo da atividade laboratorial e, conseqüentemente, a consciencialização e compreensão dos fatores que determinam a seleção de um determinado modo de execução em detrimento de outro. Será a assunção deste papel que contribuirá para um desenvolvimento mais significativo da capacidade de observação. No entanto, verifica-se que não é promovido pela maioria das atividades laboratoriais, estando restrito a apenas uma atividade laboratorial num único manual escolar (ME5) e centrado na definição do(s) enfoque(s) de observação significativo(s) para a interpretação e compreensão do fenómeno em estudo: "Observe diariamente os dois vasos. Registe os dados que considerar mais relevantes durante uma semana, de modo a permitir evidenciar a interação entre os caracóis e as plantas em estudo." (MOREIRA, SANT'OVAIA & PINTO, 2014a, p. 90). Essa limitação está reforçada pela ausência de momentos nas outras atividades laboratoriais, de todos os manuais escolares, que apelem à intervenção consciente dos alunos na definição do período (total e frequência) e na seleção do formato a adotar no registo de observação, acompanhada da explicitação das razões que sustentam as opções tomadas.

As atividades laboratoriais são constituídas por instruções que informam os alunos dos papéis a desempenhar, devendo, por isso, pautar-se pela clareza e exatidão. Não é este o princípio que se verifica quando não é indicado nem solicitado o enfoque, o período e o formato de registo de observação a adotar. A omissão de instruções poderá conduzir a tomadas de decisão aleatórias e desadequadas ao objetivo em estudo. Embora o grau de liberdade na definição do enfoque de observação, admitido na situação anterior, permita classificar o processo de observação a seguir como sendo do tipo livre (PUJOL, 2007), essa associação não deverá ser feita em virtude dos casos em estudo não estarem orientados para a consecução das finalidades próprias desse tipo de observação (iniciação à observação, promoção da curiosidade e exploração do desconhecido) nem incluírem a discussão e definição dos parâmetros de observação relevantes. Se por um lado, a indicação do enfoque de observação, ou seja, a opção por uma observação do tipo dirigida (PUJOL, 2007), do período e do modo de registo da observação poderá ser preferível à situação anterior pela vantagem em direcionar os alunos para a observação de parâmetros relevantes, por outro lado, se essas ações não estiverem acompanhadas da reflexão sobre as razões que os determinam poderá conduzir a desempenhos meramente mecanicistas. São estes os modos de operacionalização privilegiados nas atividades dos manuais escolares. Contudo, as limitações apontadas poderão ser, neste cenário educativo, minimizadas com a intervenção do professor através da promoção da interação dialógica no grupo turma acerca das razões que subjazem às opções adotadas.

A promoção do desenvolvimento da capacidade de observação é em determinados casos acompanhada com a promoção do desenvolvimento da capacidade de manipulação de instrumentos.

Esta situação ocorre aquando da observação com o recurso a instrumentos auxiliares: o uso do microscópio na observação de células procarióticas, eucarióticas vegetais e eucarióticas animais (ME1, ME2, ME3, ME4, ME5, ME6, ME7); o uso da lupa binocular na observação de nódulos nas raízes de leguminosas (ME1); a utilização da régua (ME1, ME3) ou da fita métrica (ME4) na medição do comprimento da raiz e/ou do caule para analisar a influência dos fatores abióticos na germinação e/ou no crescimento das plantas; a utilização da balança para determinar a massa de uma planta no momento inicial e final da simulação do ciclo da água (ME1), a massa de uma amostra de solo antes e após ter sido introduzida numa estufa a 105 °C com o intuito de calcular a percentagem de água dessa amostra (ME2); a utilização da proveta para medir o volume resultante da junção de 50 ml de solo e de 50 ml de água, com o objetivo de calcular a percentagem de ar nessa amostra de solo (ME2), o volume de água escoado nas situações de solo com e sem vegetação para o estudo da importância da cobertura vegetal dos solos (ME1, ME6); a utilização do termómetro para medir a temperatura em função da frequência estabelecida e durante o período de simulação do efeito de estufa (ME3, ME7). A observação sem e com o recurso a instrumentos auxiliares contribui para a compreensão da observação como um processo direto e indireto. No entanto, é um contributo tendencialmente implícito em virtude da ausência da promoção da reflexão acerca da relevância e adequação do recurso a estes tipos de observação na análise de objetos e/ou fenómenos em estudo.

As atividades laboratoriais contribuem diferenciadamente para o desenvolvimento da compreensão acerca da natureza da observação. Esse contributo decorrerá da visão particular veiculada por cada uma das atividades laboratoriais ou da visão global veiculada pelo conjunto das atividades laboratoriais que corporizam cada um dos manuais escolares. O contributo individual poderá apontar para a observação como um processo apenas qualitativo ou apenas quantitativo ou, ainda, qualitativo e quantitativo, determinado, respetivamente, pelo modo de observação adotado (qualitativo e/ou quantitativo) em cada uma das atividades laboratoriais. Contudo, o conjunto de atividades laboratoriais que integram a maioria dos manuais escolares, excetuando o manual escolar ME5, contemplam situações propícias à realização de observações qualitativas e/ou quantitativas que, se analisadas explícita e intencionalmente na sua globalidade, potenciarão a compreensão da importância e adequação da opção por um determinado modo de observação - qualitativo e/ou quantitativo - no estudo de um objeto ou fenómeno.

O contributo das atividades laboratoriais no desenvolvimento da capacidade de registo de observações, isto é, da capacidade de organização de dados processa-se através de tarefas diversificadas: elaboração de desenhos com legenda (ME1, ME2, M3, M4, ME5, ME6, ME7), elaboração de desenhos sem legenda (ME1, ME2, ME7), fotografias (ME4, ME7), estruturação de tabelas (ME1, ME2, ME4, ME5) e construção de gráficos (ME1, ME2, ME4, ME7). No entanto, não é promovida a reflexão sobre o *porquê* e *para quê* da opção por um formato de registo da observação em detrimento de outro. A tabela é a forma de registo privilegiada na maioria das atividades laboratoriais dos manuais escolares ME3 e ME5, verificando-se nos outros manuais escolares uma dispersão das várias formas de registo por diferentes atividades laboratoriais. Embora em algumas atividades laboratoriais dos manuais escolares ME3, ME5 e ME6 seja indicada a tabela como uma forma de registo da observação a adotar, o contributo no desenvolvimento da capacidade de estruturação desta forma de registo é coartado em virtude de ser apresentada a tabela já estruturada, exigindo apenas, a anotação dos dados recolhidos. O registo sob a forma de desenhos é indicado principalmente na observação de células. No entanto, não há nenhuma evidência nas respetivas atividades laboratoriais que apontem

a interpretação e confrontação pelo grupo turma dos vários desenhos produzidos como uma via promotora da (re)construção do conceito de células procarióticas e eucarióticas (vegetais e animais).

A Tabela 4 apresenta o modo como as atividades laboratoriais, incluídas nos manuais escolares, podem contribuir para o desenvolvimento da capacidade de *Operacionalização de Variáveis*, evidenciado pelo tipo de envolvimento conferido aos alunos e pelo tipo de variáveis em que essa ação se focaliza.

**Tabela 4.** O processo científico *Operacionalização de Variáveis* nas atividades laboratoriais de manuais escolares de CN do 8.º ano

SUBDIMENSÃO/ Operacionalização		ATIVIDADES LABORATORIAIS DE TIPO ORIENTADO (f)						
		ME1 (n=10)	ME2 (n=11)	ME3 (n=11)	ME4 (n=2)	ME5 (n=8)	ME6 (n=5)	ME7 (n=9)
<b>Identificação de variáveis</b>								
Solicita a identificação de variáveis	controlo	---	---	4	---	3	---	---
	independentes	1	4	3	---	2	4	3
	dependentes	---	---	---	---	---	---	---
<b>Definição de variáveis</b>								
Solicita a definição de variáveis	controlo	---	---	---	---	---	---	---
	independentes	---	---	---	---	---	---	---
	dependentes	---	---	---	---	---	---	---

Fonte: Autor.

A *Operacionalização de Variáveis* é um processo necessário na execução da maioria das atividades laboratoriais de todos os manuais escolares, excetuando-se aquelas que estão focalizadas na observação de células, representadas por uma ou duas propostas em cada manual escolar, e na observação de nódulos em raízes de leguminosas (ME1). Nessas atividades são fornecidas instruções acerca do valor a atribuir aos fatores abióticos (ex.: luz, temperatura e humidade), do número e das características dos seres vivos (plantas e/ou animais) a envolver nos fenómenos a estudar. É uma abordagem única, não havendo lugar em nenhuma atividade ao fornecimento de instruções que confirmam aos alunos a tomada de decisão na definição das variáveis a manipular e a controlar. No entanto, encontram-se algumas atividades em quase todos os manuais escolares que, no conjunto final de questões orientadoras da análise da concretização das várias fases da atividade laboratorial, incluem questões direcionadas para a identificação de variáveis. Assim, as atividades laboratoriais contribuem não só implicitamente mas também explícita e intencionalmente para o desenvolvimento da capacidade de operacionalização de variáveis. O contributo implícito depende da capacidade dos alunos inferirem as variáveis que estarão a ser manipuladas e controladas aquando da consecução das instruções fornecidas. O contributo explícito e intencional assenta na resolução das questões orientadas para a identificação das variáveis controladas e/ou manipuladas. Contudo, a possibilidade do desenvolvimento da capacidade de operacionalização de variáveis decorrerá mais do contributo implícito do que do contributo explícito porque este está, na maioria dos manuais escolares, limitado a um número reduzido de atividades laboratoriais e à identificação apenas das variáveis de controlo e independentes, conforme mostra a Tabela 4.

A Tabela 5 mostra o papel que a *Medição* ocupa nas atividades laboratoriais dos manuais escolares e o grau de envolvimento que é permitido ao aluno na definição do modo de execução.

**Tabela 5.** O processo científico *Medição* nas atividades laboratoriais de manuais escolares de CN do 8.º ano

SUBDIMENSÃO/ Operacionalização	ATIVIDADES LABORATORIAIS DE TIPO ORIENTADO (f)						
	ME1 (n=10)	ME2 (n=11)	ME3 (n=11)	ME4 (n=2)	ME5 (n=8)	ME6 (n=5)	ME7 (n=9)
<b>Finalidade das medições</b>							
Consecução do procedimento laboratorial	5	3	4	---	5	2	2
Obtenção de dados	4	2	3	1	---	1	1
<b>Realização de medições</b>							
Indica a grandeza a medir	2	1	2	1	---	---	1
Indica a unidade adequada à respetiva grandeza a medir	5	4	5	---	5	3	2
Solicita a seleção da unidade adequada à respetiva grandeza a medir	---	---	---	---	---	---	---
<b>Aplicação de medições</b>							
Solicita a realização de cálculos mobilizando as medições efetuadas	---	2	1	1	---	---	---

Fonte: Autor.

A *Medição* é, na maioria dos manuais escolares, promovida através das atividades laboratoriais com duas finalidades: 1) construir o dispositivo e/ou preparar condições necessárias para a execução do procedimento laboratorial e 2) obtenção de dados que permitam a caracterização do objeto e/ou a interpretação do fenómeno em estudo. O modo de operacionalização está previamente determinado, decorrente da indicação da grandeza a medir e/ou da unidade de medida adequada à respetiva grandeza, em detrimento da assunção pelo aluno de um papel autónomo na sua consecução. Não há lugar em nenhuma atividade laboratorial à transferência para o aluno da responsabilidade na seleção da unidade de medida adequada à recolha de dados relevantes para a interpretação do fenómeno a estudar.

A medição como um passo intermédio na obtenção de dados, na aquisição de um primeiro conjunto de dados, que serão usados na realização de cálculos, conduzindo, assim, à obtenção de outros dados, fulcrais para a interpretação de um determinado fenómeno é veiculada num número limitado de atividades laboratoriais e apenas em alguns manuais escolares (ME2, ME3, ME4). É uma ocorrência que está condicionada pelo tipo de temática explorada, presente nas situações em que o estudo dos fenómenos exige a realização de cálculos. Enquadra-se, neste âmbito, a execução de medições para calcular a percentagem de ar e de água em diferentes amostras de solo, de acordo com fórmulas respetivamente fornecidas, no estudo das características do solo (ME2), calcular a quantidade de água que cada cidadão pouparia se cumprisse determinadas condições aquando da sua utilização (ME3), e calcular a média dos valores registados, relativos a vários parâmetros, para a análise da influência da luz no crescimento das plantas (ME4).

A Tabela 6 mostra o possível contributo das atividades laboratoriais, incluídas nos manuais escolares, no desenvolvimento da aprendizagem do processo científico *Análise*, referindo o número de atividades que inclui uma ou mais das orientações fornecidas para a interpretação dos dados obtidos.

**Tabela 6.** O processo científico *Análise* nas atividades laboratoriais de manuais escolares de CN do 8.º ano

Orientações fornecidas	ATIVIDADES LABORATORIAIS DE TIPO ORIENTADO (f)						
	ME1 (n=10)	ME2 (n=11)	ME3 (n=11)	ME4 (n=2)	ME5 (n=8)	ME6 (n=5)	ME7 (n=9)
Descrever resultados	4	8	6	---	5	4	5
Estabelecer semelhanças e diferenças	2	2	2	1	1	1	1
Identificar tendências e regularidades	1	---	---	---	---	---	---
Estabelecer relações causa-efeito	4	4	6	---	3	2	6
Comparar os dados obtidos pelos vários grupos de trabalho	---	---	---	---	---	---	---
Comparar os dados obtidos com dados indicados em bibliografia	---	---	---	---	---	---	---
Comparar os dados obtidos com as previsões/hipóteses iniciais	---	---	---	---	---	---	---
Formular conclusões	3	6	11	---	3	5	3
Realizar previsões tendo por base os dados obtidos	7	1	3	---	1	2	1

Fonte: Autor.

As atividades laboratoriais são finalizadas com uma secção que é constituída por uma ou mais questões direcionadas para a análise dos dados obtidos. A maioria das atividades incluem várias questões orientadoras da análise de dados com diferentes enfoques. A descrição dos resultados, o estabelecimento de relações causa-efeito e a formulação de conclusões são os principais aspetos em que assenta a análise de dados. O estabelecimento de semelhanças e diferenças, apontado em atividades presentes em todos os manuais escolares, está relacionado com a natureza da temática em estudo, que, no presente caso, incide nas células procarióticas e eucarióticas (vegetais e animais). A realização de previsões tendo por base os dados obtidos é promovida na maioria das atividades incluídas no manual escolar ME1 mas já se encontra limitada a um número significativamente inferior de atividades nos outros manuais escolares. Verifica-se a ausência de instruções orientadas para a comparação dos dados obtidos com dados provenientes de outras fontes (outros grupos de trabalho e/ou bibliografia da especialidade) que permitam a reflexão sobre a validade dos resultados obtidos. Assinala-se, ainda, a ausência de evidências nas atividades laboratoriais que apontem explícita e intencionalmente para a operacionalização da ação pedagógica como um ato social e comunicativo, consubstanciado na interação dialógica, propiciadora da partilha, confrontação e reformulação de ideias, em consonância com um paradigma epistemológico-pedagógico autosocioconstrutivista (BASSIS, 1997 in SANTOS, 2005). É este o *momento primeiro* da comunicação, que conduz à construção do conhecimento e do sujeito (SANTOS, 2005).

A Tabela 7 ilustra o potencial contributo das atividades laboratoriais (AtLab) dos manuais escolares no desenvolvimento da capacidade de *Comunicação*, através do papel conferido ao aluno na definição do formato a adotar e da possibilidade de intervenção em contextos de complexidade distinta. Aqui,

evidencia-se o *momento segundo* da comunicação, aquele em que se dissemina o que se sabe (SANTOS, 2005).

**Tabela 7.** O processo científico *Comunicação* nas atividades laboratoriais de manuais escolares de CN do 8.º ano

SUBDIMENSÃO/ Operacionalização	ATIVIDADES LABORATORIAIS DE TIPO ORIENTADO (f)						
	ME1 (n=10)	ME2 (n=11)	ME3 (n=11)	ME4 (n=2)	ME5 (n=8)	ME6 (n=5)	ME7 (n=9)
<b>Registo da AtLab realizada</b>							
Indica o formato a usar	4	7	---	1	2	---	1
Solicita a definição do formato a usar	---	---	---	---	---	2	---
<b>Disseminação da AtLab realizada</b>							
Apresentação oral/discussão na turma	---	---	---	---	1	---	---
Apresentação oral na comunidade educativa	---	---	---	---	---	---	---

Fonte: Autor.

O desenvolvimento da capacidade de comunicação é proporcionado por um número limitado de atividades laboratoriais na maioria dos manuais escolares e está, nestes casos, direcionado, fundamentalmente, para o desenvolvimento da comunicação escrita. Destaca-se o manual escolar ME2 por ser aquele que solicita na maioria das atividades laboratoriais um registo escrito da sua realização. O formato de registo a adotar, quando este é solicitado, está na maioria das situações já definido. É, assim, promovido o desenvolvimento da capacidade de elaboração de um relatório (ME1, ME2, ME4, ME5, ME7), sendo este o formato indicado na maioria das atividades laboratoriais, de uma apresentação multimédia (ME5) ou, eventualmente, de um poster (ME6). O manual escolar ME6 é o único que, em duas atividades laboratoriais, confere aos alunos a possibilidade de tomada de decisão, permitindo-lhes a escolha entre um relatório ou um poster: "Elabora um relatório/poster onde constem as variáveis estudadas, os resultados, obtidos e a influência dos fatores abióticos nos ecossistemas" (OLIVEIRA, RIBEIRO & SILVA, 2014, p. 65). O desenvolvimento da capacidade de comunicação oral, através da apresentação e/discussão da atividade realizada, não é promovida na maioria das atividades laboratoriais, podendo esta acontecer se o professor tomar a decisão de a solicitar. Inscreve-se, neste âmbito, a tarefa a desenvolver no grupo turma, proposta no manual escolar ME5 e através de uma única atividade laboratorial: "Apresente, ao grupo-turma, os resultados, a discussão e as conclusões obtidas, através de uma apresentação multimédia" (MOREIRA, SANT'OVAIA & PINTO, 2014, p. 164). A relevância da inclusão explícita de instruções desta natureza nas atividades laboratoriais reside no contributo para a assunção da interação dialógica como uma prática relevante para a aprendizagem. A ausência da proposta de tarefas orientadas para a comunicação oral na comunidade educativa poderá constituir-se como um constrangimento ao desenvolvimento da capacidade de intervenção social, isto é, de informar, despoletar a reflexão, despertar comportamentos/atitudes sobre temáticas (socio)científicas.

Por fim, analisa-se o potencial contributo das atividades laboratoriais dos manuais escolares no desenvolvimento da metacognição. Este está limitado apenas à estratégia *Compreensão do Papel Educativo da Atividade Laboratorial*, não contemplando a estratégia metacognitiva *Regulação da*



*Operacionalização de Processos Científicos.* São os dados relativos a essa primeira estratégia que estão registados na Tabela 8.

**Tabela 8.** A estratégia metacognitiva *Compreensão do Papel Educativo da Atividade Laboratorial* nas atividades laboratoriais de manuais escolares de CN do 8.º ano

SUBDIMENSÃO/ Operacionalização	ATIVIDADES LABORATORIAIS DE TIPO ORIENTADO (f)						
	ME1 (n=10)	ME2 (n=11)	ME3 (n=11)	ME4 (n=2)	ME5 (n=8)	ME6 (n=5)	ME7 (n=9)
<b>Reflexão sobre o enfoque da AtLab</b>							
Solicita a interpretação do título e/ou dos objetivos de aprendizagem da AtLab	1	---	---	---	---	---	---
Solicita a definição dos objetivos de aprendizagem	---	---	---	---	3	2	---
<b>Reflexão sobre as tarefas da AtLab</b>							
Solicita o estabelecimento da relação entre o tipo de tarefas e os objetivos de aprendizagem	---	---	---	---	---	---	---

Fonte: Autor.

A promoção da reflexão sobre o papel educativo da atividade laboratorial está restringido a um número significativamente reduzido de atividades laboratoriais e de manuais escolares. Está patente apenas em seis atividades laboratoriais que se distribuem por três manuais escolares. A reflexão incide no envolvimento dos alunos na interpretação do título de uma única atividade laboratorial num único manual escolar (ME1) - "Justifica o título desta atividade de aprendizagem" (ANTUNES, BISPO, & GUINDEIRA, 2014, p. 54) - e na definição dos objetivos de aprendizagem que estão subjacentes a cinco atividades laboratoriais de dois manuais escolares (ME5, ME6). Neste último caso, incluem-se, respetivamente, os seguintes exemplos: "Explicita o objetivo desta experiência" (MOREIRA, SANT'OVAIA & PINTO, 2014a, p. 70 e 164) e "Qual foi o objetivo da experiência?" (OLIVEIRA, RIBEIRO & SILVA, 2014, p. 137 e 164). Estas possibilidades de reflexão são fulcrais para os alunos se apropriarem dos objetivos de aprendizagem, repercutindo-se na interiorização das aprendizagens desenvolvidas e na capacidade de as verbalizarem no final da consecução das atividades realizadas.

## 5. CONCLUSÕES

As atividades laboratoriais de tipo orientado, incluídas nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 8.º ano de escolaridade, podem ser distribuídas por dois grupos, segundo a classificação de Sanmartí (2009, pp. 224-225), com predomínio do segundo grupo e determinado pela natureza da temática abordada: 1) atividades orientadas para a observação sistemática de organismos e 2) atividades do tipo indutivo que exigem aos alunos a inferência de algum tipo de relação entre variáveis. Sublinha-se a ausência de atividades do tipo hipotético-dedutivo. Neste sentido, emerge já uma primeira implicação para a conceção dos manuais escolares que se prende com a atribuição de maior relevância a este último tipo de atividades laboratoriais e, conseqüentemente, à promoção do desenvolvimento da capacidade de operacionalização dos processos científicos *Formulação de Hipóteses* e *Formulação de Previsões*, que nos casos em estudo se mostraram ausentes. Torna-se

necessário, também, potencializar o desenvolvimento de operacionalização do processo científico *Problematização* pela relevância que assume na gênese do conhecimento científico: “Para o espírito científico, todo o conhecimento é uma resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico” (BACHELARD, 2006<sup>7</sup>, pp. 20-21).

As atividades laboratoriais apresentam características que concorrem potencialmente para o desenvolvimento da capacidade de operacionalização dos processos científicos *Observação, Operacionalização de Variáveis, Medição, Análise e Comunicação*. No entanto, revelam também alguns aspectos que limitam esse desenvolvimento. A ausência de instruções claras poderá constituir um obstáculo à execução dos processos científicos e, conseqüentemente, ao desenvolvimento da aprendizagem. Este está também coartado pela ausência explícita de instruções orientadas para a compreensão do papel que os processos científicos desempenham na compreensão da temática em estudo e, também, do modo como a sua operacionalização é determinante nessa compreensão.

O potencial de desenvolvimento da aprendizagem dos processos científicos das atividades laboratoriais analisadas decorre fundamentalmente do envolvimento dos alunos na sua execução, mas, também, de alguns momentos orientados explicitamente para a identificação das instruções previamente determinadas e de outros, em número significativamente reduzido, direcionados para a definição do modo de execução pelos próprios alunos. Embora seja limitado o número de situações em que é transferido para os alunos a responsabilidade na definição do modo de operacionalização dos processos científicos, as ocorrências assinaladas mostram que a atribuição deste papel aos alunos é pedagogicamente possível e viável, contribuindo para o incremento do seu envolvimento na tomada de decisões, na reflexão sobre a adequação e relevância das opções adotadas para a interpretação e compreensão do objeto e/ou fenômeno em estudo. É, também, neste sentido que se aponta a importância de implementar a reflexão metacognitiva sobre o trabalho realizado. Esta deve ocorrer em dois momentos distintos e que se complementam: 1) durante a realização de cada atividade laboratorial e 2) após a consecução de um conjunto de atividades laboratoriais. Se o primeiro momento é importante para os alunos poderem efetuar a monitorização da aprendizagem e definirem estratégias para melhorar o desempenho em atividades laboratoriais futuras, o segundo momento também assume uma relevância significativa ao contribuir para a consciencialização das diferenças e semelhanças no modo como os processos científicos foram executados em cada uma das atividades laboratoriais, conduzindo à articulação dos saberes proporcionados por cada uma delas e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de uma construção holística acerca do que foi aprendido, de como foi aprendido e como poderá ser implementado em futuras atividades. Reforça-se aqui a perspectiva apontada por Rosa (2017) de que a reflexão metacognitiva não deverá ficar limitada às atividades laboratoriais mas deverá integrar todos os outros tipos de atividades de aprendizagem preconizados para a educação em Ciências.

A inclusão nas atividades laboratoriais de instruções que, explicitamente, solicitem o envolvimento dos alunos na interação dialógica, através da partilha, confrontação e reformulação das ideias geradas ao longo da consecução das atividades, é necessária para que compreendam a importância do contributo de cada um na aprendizagem do Outro e seja assumida como uma prática usual e identitária do processo de aprendizagem. A promoção da reflexão sobre a importância da articulação de modalidades de trabalho individual, de pequeno grupo e de grupo turma constituir-se-á como um

---

<sup>7</sup> Edição original: 1938

contributo possível para a (re)construção das visões dos alunos acerca do que é aprender e do que é ser aluno.

Outras recomendações, especificamente focalizadas na estrutura do manual escolar, poderão ser tecidas e dirigidas não só aos autores mas também aos vários profissionais envolvidos na sua produção, considerando a equipa no seu todo, destacando-se, entre outros, o editor, o designer, o ilustrador, o fotógrafo e o coordenador editorial. A assunção da educação como um processo ideológico, marcadamente assente num determinado paradigma epistemológico-pedagógico, deverá estar refletida na natureza dos elementos didáticos que corporizam um manual escolar e na organização estrutural que este assume, conferindo-lhe, então, uma certa identidade. A aprendizagem como um processo gradual e progressivamente mais complexo deverá estar refletida na conceção do manual escolar, desde a primeira até à última página, e, particularmente, evidenciada no tipo de atividades de aprendizagem propostas. Este princípio aplica-se à integração de atividades laboratoriais, traduzida na inclusão de guiões/protocolos diferenciados que, progressivamente, vão-se transformando, passando de guiões altamente estruturados até se atingir guiões com o maior grau de abertura e nível de exigência cognitivo, implicando um maior envolvimento dos alunos na tomada de decisões, e que se identificarão, então, com as atividades laboratoriais de tipo investigativo. Uma visão desta natureza é incompatível com adoções de matrizes assentes em estruturas e níveis de formulação que se repetem ao longo das várias unidades didáticas que corporizam o manual escolar, parecendo que a aprendizagem se efetua por repetição. Assumindo a integração e a valorização nos manuais escolares de atividades laboratoriais do tipo orientado, importa salientar a importância da atribuição de um período de tempo equilibrado à componente manipulativa e à componente interpretativa, valorizando a interação e articulação de ambas. Neste sentido, os guiões/protocolos das atividades laboratoriais deverão dispor de mais espaço para a inclusão de perguntas orientadoras da interpretação global da atividade laboratorial nas suas várias vertentes, em detrimento, por exemplo, da inclusão de figuras que, embora possam encerrar um certo poder apelativo, vêem essa função esbatida ou eliminada quando o contributo para a operacionalização da atividade se mostra reduzido ou até nulo.

## 6. NOTAS

a) Este trabalho é financiado pelo CIED – Centro de Investigação em Educação, projetos UID/CED/1661/2013 e UID/CED/1661/2016, Instituto de Educação, Universidade do Minho, através de fundos nacionais da FCT/MCTES-PT.

b) Um agradecimento singular à Dr<sup>a</sup> Joana Duarte pela colaboração na validação da análise de conteúdo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, Cristina; BISPO, Manuela; GUINDEIRA, Paula. **Descobrir a Terra 8. Ciências Naturais, 8.º ano**. Porto: Areal Editores, 2014.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Lisboa: Dinalivro, 2006.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições 70. 2016.

BÉCU-ROBINAULT, Karine. Modelling activities of students during a traditional labwork. In: DIMITRIS, Psillos & NIEDDERER, Hans (Eds.). **Teaching and learning in the science laboratory**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2002, p. 51-64.

BENEY, Michele; SÉRÉ, Marie-Geneviève. Students' intellectual activities during standard labwork at undergraduate level. In: DIMITRIS, Psillos & NIEDDERER, Hans (Eds.). **Teaching and learning in the science laboratory**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2002, p. 65-76.

BONITO, Jorge (Coord.). **Metas curriculares, Ensino Básico, Ciências Naturais, 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos**. Lisboa: Ministério da Educação, 2013.

CAAMAÑO, Aureli. Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? **Alambique**, n. 39, p. 8-19, Barcelona, 2004.

CAMPOS, Carlos; DIAS, Magda. **Terra CN. Ciências Naturais, 8.º ano**. Lisboa: Texto Editores, 2014.

CARMEN, Luis. El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la Biología y la Geología. In: CAÑAL, Pedro (Coord.). **Didáctica de la Biología y la Geología**. Barcelona: GRAÓ, 2011, p. 91-108.

CARRAJOLA, Cristina; MARTIN, Luísa; HILÁRIO, Teresa. **Projeto Desafios. Ciências Naturais, 8º ano**. Carnaxide: Santillana, 2014.

COELHO DA SILVA, José Luís. Atividades laboratoriais e autonomia na aprendizagem das Ciências. In: VIEIRA, Flávia et al. (Eds.). **Pedagogia para a autonomia – Reconstruir a esperança na educação. Actas do 4.º Encontro do GT-PA (Grupo de Trabalho-Pedagogia para a Autonomia)**. Braga: Universidade do Minho, CIEd, 2009, p. 205-218.

COELHO DA SILVA, José Luís; CARVALHO, Maria Armada. Grelha de análise do papel das atividades laboratoriais dos manuais escolares de Ciências na aprendizagem articulada de processos científicos e estratégias metacognitivas. **REPPE, Revista de Produtos Educacionais Pesquisa em Ensino**, Paraná, v. 1, n. 2, p. 3-30, 2017.

COELHO DA SILVA, José Luís; LEITE, Laurinda. Atividades laboratoriais em manuais escolares: proposta de critérios de análise. **Boletín das Ciencias, X Congreso de ENCIGA**, n. 32, p. 259-264, Santiago de Compostela, 1997.

COROMINAS, Josep. Experimentos e investigaciones en Química. In: CAAMAÑO, Aureli. (Coord.). **Física y Química. Investigación, innovación y buenas prácticas**. Barcelona: GRAÓ, 2011, p. 85-104.

COUTINHO, Clara. **Metodologia de investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e prática**. Coimbra: Edições Almedina, 2013.

DELGADO, Zélia; CANHA, Paula; TRINCA, Carla. **À Descoberta da Vida. Ciências Naturais, 8.º ano**. Lisboa: Texto Editores, 2014.

GUNSTONE, Richard. Reconstructing theory from practical experience. In: WOOLNOUGH, Brian. **Practical science: the role and reality of practical science in school science**. Buckingham: Open University Press, 1991, p. 67-77.

- HERRON, Marshall. The nature of scientific enquiry. **The School Review**, v. 79, n. 2, p. 171-212, Chicago, 1971.
- KINCHELOE, Joe. **Construtivismo crítico**. Mangualde: Edições Pedagogo, 2006.
- MARTÍN, Elena & MORENO, Amparo. **Competencia para aprender a aprender**. Madrid: Alianza Editorial, 2009.
- MIRANDA, Viviane; LEDA, Luciana; PEIXOTO, Gustavo. A importância da atividade prática no ensino de Biologia. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 85-101, 2013.
- MOREIRA, Jacinta; SANT'ÓVAIA, Helena; PINTO, Vítor. **Compreender o ambiente 8, parte 1. Ciências Naturais, 8.º ano**. Porto: Areal Editores, 2014a.
- MOREIRA, Jacinta; SANT'ÓVAIA, Helena; PINTO, Vítor. **Compreender o ambiente 8, parte 2. Ciências Naturais, 8.º ano**. Porto: Areal Editores, 2014b.
- OLIVEIRA, Óscar; RIBEIRO, Elsa; SILVA, João **Ciência & Vida 8, 8.º ano de escolaridade**. Porto: ASA, 2014.
- PEREIRA, Carlos et al. **Exploratório 8. Ciências Naturais, 8.º ano, 3.º Ciclo do Ensino Básico**. Lisboa: Raiz Editora, 2014.
- PORTUGAL. Lei n. 47/2006, de 28 de agosto. **Diário da República**, Assembleia da República. Lisboa, 1ª série, n. 165, p. 6213-6218, 2006.
- PRO BUENO, Antonio. Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. In: CAÑAL, Pedro (Coord.). **Didáctica de la Biología y la Geología**. Barcelona: GRAÓ, 2011, p. 9-28.
- PUJOL, Rosa. **Didáctica de las ciencias en la educación primaria**. Madrid: Editorial Síntesis, 2007.
- ROSA, Cleci. Instrumento para avaliação do uso de estratégias metacognitivas nas atividades experimentais de Física. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 2, p. 182-193, 2017.
- SANMARTÍ, Neus. **Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria**. Editorial Síntesis, 2009.
- SANTOS, Maria Eduarda. **Que Educação?** Lisboa: Santos-Edu, 2005.
- TAMIR, Pinchas. Practical work in school science: an analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, Brian. **Practical science: the role and reality of practical science in school science**. Buckingham: Open University Press, 1991, p. 13-20.
- WOOLNOUGH, Brian; ALSSOP, Terry. **Practical work in science**. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

Recebido:26/06/2018

Aceito: 07/07/2018