NATUREZA DAS ATIVIDADES LABORATORIAS DE INVESTIGAÇÃO NOS MANUAIS ESCOLARES DE FÍSICO-QUÍMICA DO 8º. ANO

THE NATURE OF LABORATORY INVESTIGATIONS IN THE 8TH GRADE TEXTBOOKS OF PHYSICS AND CHEMISTRY

NATURALEZA DE LAS INVESTIGACIONES LABORATORIALES EN LOS LIBROS DE TEXTO DE FÍSICA Y QUÍMICA DEL 8º. AÑO

JOSÉ LUÍS COELHO DA SILVA¹

JOANA DUARTE²

MIGUEL DURÃES³

¹Universidade do Minho, Centro de Investigação em Educação, Braga, Portugal.

²Universidade do Minho, Braga, Portugal.

³Escola EB 2,3 de Lamações, Braga, Portugal.

RESUMO As atividades laboratoriais de investigação, concebidas no âmbito da ciência escolar, são apontadas como as mais adequadas para a promoção do desenvolvimento da aprendizagem dos processos científicos e, por conseguinte, da capacidade de indagação/investigação. Contudo, podem também contribuir para a aprendizagem do conhecimento substantivo. É no âmbito desse enquadramento teórico que se procede à análise de conteúdo da natureza e grau de abertura desse tipo de atividades nos oito manuais escolares portugueses de Físico-Química do 8º. ano de escolaridade. Nesse conjunto, se identificaram 22 atividades laboratoriais do tipo investigação. A relevância conferida a esse tipo de atividades é limitada na maioria dos manuais escolares, dado estarem presentes em número reduzido. Constata-se que a promoção do desenvolvimento da capacidade de investigação não é o papel primordial que lhes é atribuído, estando direcionadas principalmente para a (re)construção do conhecimento substantivo. Mostra-se, assim, necessária uma reconfiguração das atividades laboratoriais, incrementando as investigações e promovendo intencional e explicitamente a aprendizagem dos processos científicos, numa aproximação à metodologia científica.

PALAVRAS-CHAVE: INVESTIGAÇÃO; ATIVIDADES LABORATORIAIS; MANUAIS ESCOLARES; FÍSICO-Química.

ABSTRACT The laboratory investigations designed within the scope of school science are the most suitable activities to promote the learning of scientific processes and to develop inquiry/research abilities. However, these can also contribute to the learning of substantive knowledge. It is within the scope of this theoretical framework that is proceeded the content analysis of the nature and openness degree of this activities in the eight Portuguese 8th grade textbooks of Physics and Chemistry. In this set, 22 laboratory investigations were identified. The relevance given to this type of lab activities is limited in most textbooks, given the fact that they are reduced in number. It is possible to verify that the development of the inquiry/research abilities is not their main role, as they are mainly focused on the (re)construction of the substantive knowledge. Therefore, it is necessary to reconfigure the laboratory activities, by increasing the number of investigations and promoting intentionally and explicitly the learning of scientific processes, in a way similar to a scientific methodology.

KEYWORDS: INVESTIGATION; LABORATORY ACTIVITIES; TEXTBOOKS; PHYSICS AND CHEMISTRY.

RESUMEN Las actividades de laboratorio de investigación concebidas en el ámbito de la ciencia escolar se señalan como muy adecuadas para desarrollar el aprendizaje de los procesos científicos y, consecuentemente, de la capacidad de indagación/investigación. No obstante, pueden también contribuir para el aprendizaje de conocimiento sustantivo. Es en el ámbito de este encuadramiento teórico que se procede a los análisis de contenido de la naturaleza y grado de apertura de este tipo de actividades en los ocho libros de texto portugueses de Física y Química del 8º. año de escolaridad. En este conjunto, se identifican 22 actividades de laboratorio del tipo investigación. La relevancia atribuida a este tipo de actividades es limitada en la mayoría de los manuales escolares, dado que están presentes en un número reducido. Se constata que la promoción del desarrollo de la capacidad de investigación no es el papel primordial que se le atribuye, pero están direccionadas principalmente para la (re)construcción del conocimiento sustantivo. Se demuestra, por tanto, necesaria una reconfiguración de estas actividades, incrementando las investigaciones y promoviendo el aprendizaje intencional y explícitamente de los procesos científicos, creando una aproximación a la metodología científica.

PALABRAS CLAVE: INVESTIGACIÓN; ACTIVIDADES DE LABORATORIO; LIBROS DE TEXTO, FÍSICA Y QUÍMICA.

INTRODUÇÃO

As investigações são, no contexto do trabalho laboratorial perspectivado na ciência escolar, atividades que se caracterizam pela atribuição aos alunos da responsabilidade na definição do modo de execução das fases necessárias para a sua consecução (Problema, Objetivos, Hipótese, Previsão, Contextualização Teórica, Materiais, Métodos/Técnicas, Registro de Dados, Análise de Dados, Conclusões, Comunicação e Reflexão) e, por conseguinte, dos processos científicos que lhes estão inerentes (WOOLNOUGH & ALSSOP,

1985; COELHO DA SILVA & LEITE, 1997; COELHO DA SILVA, 2000; CAAMAÑO, 2004, COROMINAS, 2011). São consideradas como as atividades laboratoriais mais adequadas para a promoção do desenvolvimento da aprendizagem dos processos científicos, numa aproximação à metodologia científica, mas podendo, também, contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem do conhecimento substantivo/conceptual (CAAMAÑO, 2012), isto é, a aprendizagem de princípios, conceitos e fatos, de modo a interpretar e compreender os fenômenos em estudo, que são por Pozo (2010) designados como conteúdos verbais. No primeiro caso, estarão a assumir o papel de *objetivo de aprendizagem*, enquanto no segundo caso já estarão a assumir o papel de *estratégia de aprendizagem*. As investigações podem incidir em problemas teóricos ou práticos. São *teóricos* quando incidem na determinação de propriedades ou de relações entre variáveis no âmbito de determinada teoria e *práticos* quando se focalizam na resolução de situações definidas no contexto do quotidiano (CAAMAÑO, 2003). A operacionalização educativa das investigações implica a construção de guiões/protocolos dirigidos aos alunos com características diferentes daqueles que usualmente se identificam por um nível de estruturação altamente elevado e que determina a ação dos alunos. É proposto por Caamaño (2012) que sejam constituídos por questões propiciadoras da tomada de decisão dos alunos, assumindo o papel de ajuda na planificação do procedimento que permitirá encontrar uma resposta para um dado problema. Importa também que os alunos se tornem progressivamente mais autônomos na planificação e execução das atividades laboratoriais (CALDEIRA, 2005).

Os manuais escolares são um recurso didático, constituídos por textos, imagens e atividades concebidas expressamente para a escola. Têm vindo recorrentemente a integrar o ensino das Ciências, exercendo, assim, um papel significativo na seleção e sequenciação dos conteúdos, mas também na natureza das práticas pedagógicas a implementar (SANTOS, 2001; OCELLI & VALEIRAS, 2013). As práticas de uso dos manuais escolares pelos professores resultam de um equilíbrio entre as suas intencionalidades e perspectivas e as imposições e restrições políticas (ANDRÉ & BUFREM, 2012). Assim, os professores determinam o modo de exploração do manual escolar, mas este também determina a natureza das suas práticas. Nesse sentido, consoante o tipo de atividades laboratoriais que incorporam, os manuais escolares poderão contribuir para reforçar ou superar a pedagogia da rotina experimental (SANTOS, 2005). A integração de atividades laboratoriais do tipo investigação nos manuais escolares é apontada como uma das condições necessárias que lhes conferem o estatuto de bom manual (CALDEIRA, 2005).

É no âmbito desse enquadramento teórico que se enuncia o problema de investigação do presente estudo.

PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

A proposta usual de atividades laboratoriais nos manuais escolares e o reconhecimento da importância educativa desse tipo de atividades de aprendizagem na educação em Ciências estiveram na origem do problema de investigação que subjaz ao presente estudo:

Qual é o papel educativo conferido às atividades laboratoriais do tipo investigação pelos manuais escolares portugueses de Físico-Química do 8.º ano? Nesse âmbito, se equacionaram os seguintes objetivos de investigação: 1) Identificar o grau de incidência atribuído às atividades laboratoriais do tipo investigação nos manuais escolares portugueses de Físico-Química do 8.º ano e 2) Caracterizar as atividades laboratoriais do tipo investigação presentes nos manuais escolares portugueses de Físico-Química do 8.º ano. O potencial dos manuais escolares na determinação das práticas pedagógicas pela presença das atividades de aprendizagem que incorporam e a importância educativa das atividades laboratoriais de investigação justificam a relevância do problema formulado.

METODOLOGIA

O presente estudo está focalizado na análise das atividades laboratoriais que integram os oito manuais escolares disponíveis no mercado editorial português para a disciplina de Físico-Química do 8.º ano. Foram editados pela primeira vez em 2014 e, de acordo com a Lei nº. 47/2006 (PORTUGAL, 2006) e o Decreto-Lei nº. 5/2014 (PORTUGAL, 2014), o período de vigência de adoção é em regra de seis anos, estando, assim, atualmente em vigor. Os manuais escolares são identificados pela sigla ME e por um número atribuído por ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor: ME1 (AMARO & FERREIRA, 2014), ME2 (CAVALEIRO & BELEZA, 2014), ME3 (COSTA, ANTUNES & FERREIRA, 2014), ME4 (COSTA et al., 2014), ME5 (JANUÁRIO, CORREIA & BRÁS, 2014), ME6 (MACIEL & DUARTE, 2014a e 2014b), ME7 (PIRES & RIBEIRO, 2014) e ME8 (SILVA et al., 2014a e 2014b).

O *corpus* de análise é, inicialmente, constituído pela totalidade das atividades laboratoriais que integram os oito manuais escolares (207 atividades) para permitir determinar a percentagem de atividades laboratoriais do tipo investigação e, portanto, identificar-se o grau de relevância que lhes é atribuído. O segundo objetivo de investigação determina que esse *corpus* seja reduzido apenas às atividades laboratoriais do tipo investigação (22 atividades, distribuídas por sete manuais escolares). É excluído o manual escolar ME3 porque não contém qualquer atividade laboratorial desse tipo.

A metodologia de investigação consiste na aplicação da técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 2016), complementada com a contabilização do número de ocorrências em função das categorias definidas *a priori* e recursivamente à análise das atividades laboratoriais. A unidade de análise, determinada em função de um critério semântico, corresponde a uma ou mais frases patentes nos guiões das atividades laboratoriais. As categorias e parâmetros definidos estão a seguir discriminados: 1) tipo de atividade laboratorial – *Investigação* –, integra todas as atividades que solicitam aos alunos a planificação de uma “atividade”, “protocolo” ou “procedimento” que permita responder a um problema/situação problemática, identificar características de materiais ou verificar determinado fenómeno; 2) enfoque temático das investigações, considerando o enquadramento nos domínios¹ e subdomínios que são determinados pelo documento *Metas Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Físico-Químicas* (FIOLHAIS et al., 2013); 3) localização das investigações, estabelecida em função do lugar que ocupam nos manuais escolares; 4) natureza das investi-

¹ Domínio se define como uma área aglutinadora de conteúdos, correspondente a uma unidade temática, que pode ser subdividido em agrupamentos de menor inclusão, designados por subdomínios.

gações, determinada pelo tipo de problema – *teórico* ou *prático* – a resolver (CAAMAÑO, 2004), pelo seu enquadramento ou não em determinado contexto, e pelos fatores – *número e tipo de variáveis a manipular* – que conferem o grau de dificuldade de execução desse tipo de atividades (CAAMAÑO, 2012); 5) grau de abertura das investigações, isto é, o nível de responsabilidade transferido para o aluno na definição do modo de operacionalização das fases e dos respectivos processos científicos conducentes à obtenção de uma resposta para o problema em estudo, considerando-se *aberto* quando compete aos alunos a definição de todas as fases e *semiaberto* quando o modo de execução de algumas dessas fases está já descrito e determina, assim, a ação dos alunos e 6) tipo de ajuda fornecido, assumindo a proposta de Caamaño (2012) que aponta a possibilidade de serem disponibilizadas ajudas, oralmente ou por meio dos guiões, passíveis de contribuir para colmatar dificuldades encontradas pelos alunos. A validação de análise de conteúdo (COUTINHO, 2013) consistiu na confrontação das análises que cada um dos autores do presente estudo efetuou, separadamente, conduzindo à produção consensual de uma categorização final.

A natureza da metodologia de investigação adotada permite que esta seja transferível para a análise das atividades laboratoriais de outros manuais escolares, não só de Físico-Química de anos de escolaridade diferentes daquele considerado neste estudo, mas, também, de manuais escolares de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

A Tabela 1 fornece uma visão global das atividades laboratoriais presentes nos manuais escolares portugueses de Físico-Química do 8.º ano de escolaridade, evidenciando o número total de atividades laboratoriais, a frequência das atividades laboratoriais do tipo investigação e a sua distribuição em função dos três domínios temáticos (D1: Reações químicas; D2: Som; D3: Luz) que corporizam as metas curriculares dessa disciplina (FIOLHAIS et al., 2013).

Tabela 1 – Atividades laboratoriais nos manuais escolares de Físico-Química do 8.º ano.

MANUAIS ESCOLARES – EDITORA	ATIVIDADES LABORATORIAIS				
	TOTAL (f)	INVESTIGAÇÕES			Total (f / %)
		Química D1 (f)	Física D2 (f)	D3 (f)	
ME1 – Raiz Editora	30	2	1	2	5 / 16,7
ME2 – ASA	12	4	---	1	5 / 41,7
ME3 – Didática Editora	30	0	0	0	0 / 0,0
ME4 – Texto Editora	28	2	---	---	2 / 7,1
ME5 – Porto Editora	25	3	1	1	5 / 20,0
ME6 – Porto Editora	25	2	---	---	2 / 8,0
ME7 – Santillana	26	---	1	1	2 / 7,7
ME8 – Areal Editores	31	---	1	---	1 / 3,2

Fonte: Autores.

As atividades laboratoriais do tipo investigação ocupam uma posição minoritária nos manuais escolares de Físico-Química do 8º. ano de escolaridade, ausentes no manual escolar ME3, contrariamente ao número significativamente elevado de atividades laboratoriais de tipo *Orientado*, isto é, caracterizadas por guiões/protocolos altamente estruturados que determinam o modo de operacionalização a ser seguido pelos alunos. Essa predominância reflete certa tendência que se mostra comum a manuais escolares de outros sistemas educativos e de várias áreas disciplinares, referindo-se, a título de exemplo, às atividades laboratoriais da componente de Química de manuais escolares de Ciências do Brasil (MORI & CURVELO, 2012), dos manuais escolares de Química do Brasil (VIDRIK & MELLO, 2015) e dos manuais escolares de Biologia da Argentina (FERNÁNDEZ-MARCHESI, 2018).

Os dados exibidos nas tabelas seguintes são relativos unicamente às atividades laboratoriais do tipo investigação presentes nos manuais escolares. Nesse sentido, o manual escolar ME3 não está incluído porque não apresenta qualquer atividade laboratorial desse tipo.

A Tabela 2 indica o enfoque temático contemplado nas atividades laboratoriais do tipo investigação que estão presentes nos manuais escolares de Físico-Química do 8º. ano.

Tabela 2 – Enfoque temático das atividades laboratoriais do tipo investigação nos manuais escolares de Físico-Química do 8º. ano.

ENFOQUE TEMÁTICO ME1 (n=5)		ATIVIDADES LABORATORIAIS DO TIPO INVESTIGAÇÃO (f)							
		ME2 (n=5)	ME4 (n=2)	ME5 (n=5)	ME6 (n=2)	ME7 (n=2)	ME8 (n=1)	Total (n=22)	
Reações químicas	Tipos	2	3	1	3	2	---	---	11
	Velocidade	---	1	1	---	---	---	---	2
Som	Produção e propagação	1	---	---	1	---	---	---	2
	Atributos e deteção	---	---	---	---	---	---	1	1
	Fenômenos acústicos	---	---	---	---	---	1	---	1
Luz	Ondas de luz e sua propagação	---	1	---	---	---	---	---	1
	Fenômenos óticos	2	---	---	1	---	1	---	4

Fonte: Autores.

O enfoque temático das atividades laboratoriais do tipo investigação privilegia a área de conhecimento da Química e o respectivo domínio – Reações Químicas – que a corporizam nesse ano de escolaridade. Nesse domínio, as atividades laboratoriais do tipo investigação incidem primordialmente na temática “Tipos de Reações Químicas”. Na área da Física, verifica-se a dispersão das atividades pelas várias temáticas que integram os domínios do Som e da Luz.

A Tabela 3 mostra o posicionamento das atividades laboratoriais do tipo investigação por referência à organização em domínios e subdomínios adotada pelos manuais escolares, que corresponde à estruturação dos conteúdos da área da Química e da área da Física estipulada pelo documento oficial *Metas Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico – Ciências Físico-Químicas* (FIOLHAIS et al., 2013).

Tabela 3 – Localização das atividades laboratoriais do tipo investigação nos manuais escolares de Físico-Química do 8º ano.

LOCALIZAÇÃO ME1 (n=5)		ATIVIDADES LABORATORIAIS DO TIPO INVESTIGAÇÃO (f)							
		ME2 (n=5)	ME4 (n=2)	ME5 (n=5)	ME6 (n=2)	ME7 (n=2)	ME8 (n=1)	Total (n=22)	
Integração no texto do subdomínio		---	---	2	2	---	---	1	5
Paralelamente ao texto do subdomínio		5 a)	---	---	---	---	---	---	5
No final da/do	temática do subdomínio (complementar/ consolidar)	---	5	---	3	---	2	---	10
	domínio (complementar)	---	---	---	---	2	---	---	2

Fonte: Autores.

Nota: a) Estão indicadas na banda lateral das páginas do manual escolar atividades laboratoriais que se encontram na secção “Atividades Experimentais”, localizada no final do manual escolar.

O posicionamento lateral e o papel suplementar atribuído à maioria das atividades laboratoriais do tipo investigação nos manuais escolares reforçam o estatuto secundário já assinalado pela posição minoritária que neles ocupam (v. Tabela 1). A localização das atividades laboratoriais de tipo investigação do manual escolar ME1 num espaço paralelo ao texto principal do manual escolar, em oposição à integração de todas as outras atividades laboratoriais no próprio texto, lhes atribui um papel acessório como o daquelas que se encontram numa seção própria no final dos domínios (ME6) ou subdomínios (ME2, ME5 e ME7). Destacam-se, desse grupo, as atividades dos manuais escolares ME4, ME5 e ME8, que se encontram integradas ao longo do texto do subdomínio, lhes conferindo um estatuto primário na consecução das práticas de aprendizagem.

A Tabela 4 mostra a natureza das atividades laboratoriais do tipo investigação presentes nos manuais escolares de Físico-Química do 8º. ano, evidenciada por meios de quatro indicadores: 1) tipo de problema, 2) contextualização do problema, 3) número de variáveis a manipular e 4) tipo de variáveis a manipular.

Tabela 4 – Natureza das atividades laboratoriais do tipo investigação nos manuais escolares de Físico-Química do 8º. ano.

PARÂMETROS		Atividades laboratoriais do tipo Investigação (f)							
ME1 (n=5)		ME2 (n=5)	ME4 (n=2)	ME5 (n=5)	ME6 (n=2)	ME7 (n=2)	ME8 (n=1)	Total (n=22)	
PROBLEMA									
Tipo	Teórico	---	2	1	5	1	---	---	9
	Prático	---	2	---	---	---	---	1	3
	Decisão do aluno	---	---	---	---	---	1	---	1
Contextualização	Sim	---	---	---	2	---	---	1	3
	Não	---	4	1	3	1	1	---	10
VARIÁVEIS A MANIPULAR									
Número	Uma variável	5	5	2	5	2	---	1	20
	Várias variáveis	---	---	---	---	---	---	---	---
	Decisão do aluno	---	---	---	---	---	1	---	1
Tipo	Categórica	3	5	---	3	2	---	1	14
	Contínua	2	---	2	2	---	---	---	6

Fonte: Autores.

As atividades laboratoriais do tipo investigação se caracterizam, maioritariamente, pela exploração de problemas teóricos (ex.: Qual é o efeito da temperatura na velocidade de uma reação? no manual escolar ME4: Se adicionarmos açúcar ao suco de laranja, diminuímos a sua acidez? no manual escolar ME5), envolvendo primordialmente a manipulação de uma única variável e do tipo categórica. Os problemas práticos estão restritos a um número limitado de atividades laboratoriais e apenas em dois manuais escolares (ME2, ME8). A maioria desses problemas não está contextualizada. Constata-se que apenas dois problemas são enquadrados no contexto do quotidiano dos cidadãos (ME5, ME8) e um problema no contexto científico (ME5). Essa ausência de contextualização é um resultado que se aproxima dos resultados obtidos na análise de manuais escolares de Física e Química espanhóis que mostram essa ausência na globalidade das atividades de aprendizagem de Química, incluindo as atividades laboratoriais (MARTÍNEZ DIAZ, GARCÍA RODRÍGUEZ & SUÁREZ MENÉNDEZ, 2017). O enfoque em problemas teóricos e a explicitação de objetivos de aprendizagem assentes no conhecimento substantivo presentes num contexto pautado pela ausência de tarefas educativas orientadas para a discussão e reflexão a respeito da planificação e execução desse tipo de atividades e, por consequência, sobre o modo de operacionalização dos processos científicos atribuem às atividades laboratoriais do tipo investigação o papel de *estratégia de aprendizagem*, em detrimento do papel de *objetivo de aprendizagem*. As potencialidades no desenvolvimento da aprendizagem holística e, por conseguinte, da capacidade de indagação/ investigação preconizadas para esse tipo de atividades laboratoriais (CAAMAÑO, 2012) ficam dependentes do impacto implícito que possa acontecer.

O grau de complexidade das atividades laboratoriais do tipo investigação, segundo o critério *tipo de variável independente* estabelecido por Qualter et al. (1990 in CAAMAÑO, 2012), se mantém no conjunto dessas atividades da maioria dos manuais escolares, pautado por uma menor complexidade dado incidir maioritariamente em variáveis categóricas e, também, por implicar apenas a manipulação de uma variável. Nesse sentido, não há uma gradação da complexidade que, por conseguinte, não conduz à promoção progressiva do desenvolvimento de aprendizagens mais complexas. No entanto, se destaca uma única atividade laboratorial, incluída no manual escolar ME7 e focalizada no estudo dos fenômenos acústicos, por conferir aos alunos a possibilidade da tomada de decisão na definição do tipo e do número de variáveis a manipular. Essa possibilidade decorre do grau aberto que caracteriza essa atividade, na sequência da responsabilidade atribuída aos alunos na definição do(s) problema(s) e das fases a executar para a obtenção de uma resposta.

A Tabela 5 indica o grau de abertura das atividades laboratoriais do tipo investigação, destacando os vários elementos que determinam o grau semiaberto e, por conseguinte, condicionam a tomada de decisão dos alunos na idealização/planificação dessas atividades.

Tabela 5 – Grau de abertura das atividades laboratoriais do tipo investigação nos manuais escolares de Físico-Química do 8º. ano.

PARÂMETROS	ATIVIDADES LABORATORIAIS DO TIPO INVESTIGAÇÃO (f)							
	ME1 (n=5)	ME2 (n=5)	ME4 (n=2)	ME5 (n=5)	ME6 (n=2)	ME7 (n=2)	ME8 (n=1)	Total (n=22)
GRAU DE ABERTURA								
Aberto	---	---	---	---	---	1	---	1
Semiaberto	5	5	2	5	2	1	1	21
ELEMENTOS EXPLICITADOS QUE CONFEREM O GRAU SEMIABERTO								
Problema	---	4	1	5	1	---	1	12
Materiais	3	2 a)	2 a)	3 a)	2	---	---	12
Questões orientadoras da análise de dados	4	3	1	2	---	1	---	11
Objetivos de aprendizagem	5	1	1	2	---	1	---	10
Métodos/Técnicas	---	1 a)	2 a)	3 a)	---	---	---	6
Formato de registro de dados	4 b)	1 c)	---	---	---	---	---	5
Questões orientadoras da previsão	---	4	---	---	---	---	---	4
Questões orientadoras da reflexão sobre o protocolo planeado	2	1	---	1	---	---	---	4
Formato da comunicação	1 d)	---	1 e)	1 e)	---	---	---	3
Referencial teórico	---	---	---	2	---	---	---	2

Fonte: Autores.

Nota: **a)** As figuras incluídas nos guiões/protocolos das atividades laboratoriais induzem materiais a utilizar e métodos/técnicas a seguir; **b)** Tabela ou quadro resumo ou esquema; **c)** Desenho; **d)** Cartaz; **e)** Relatório.

Muitas das atividades laboratoriais do tipo investigação se caracterizam, também, pela inclusão de instruções que lhes conferem um grau semiaberto. A tomada de decisão na definição do modo de operacionalização das atividades laboratoriais do tipo investigação está condicionada pelo fornecimento de uma ou mais instruções de cariz diversificado que determinam a ação dos alunos. Destacam-se as limitações na promoção do desenvolvimento da capacidade de formulação de problemas em virtude de estes, na maioria dos casos, estarem fornecidos ou não serem contemplados como constituindo a gênese do estudo a desenvolver nem solicitada a sua formulação. A incorporação na educação em Ciências e, em particular, nos manuais escolares de tarefas orientadas intencional e explicitamente para o desenvolvimento da capacidade de problematização se mostra necessária, sendo sustentada pelo valor que lhe é atribuído por Bachelard (2006,² p. 20-21):

O espírito científico proíbe que tenhamos uma opinião sobre questões que não compreendemos, sobre questões que não sabemos formular com clareza. Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse *sentido do problema* que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo o conhecimento é uma resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.

A presença de atividades laboratoriais do tipo investigação com um grau aberto, conferindo ao aluno a total responsabilidade na definição do(s) problema(s) a investigar e das fases necessárias para a obtenção de uma resposta, encontra-se apenas num único manual escolar (ME7) e limitada a uma única atividade, que incide na temática “Fenômenos acústicos”:

Planifica, em grupo, uma atividade que te permita verificar experimentalmente os diferentes fenómenos acústicos estudados. Deves delinear um plano de resolução onde identifies a questão-problema, formules a hipótese e indiques a forma de testar essa hipótese. Depois de analisares os resultados obtidos, verifica se a tua hipótese inicial está ou não de acordo com esses resultados e justifica (PIRES & RIBEIRO, 2014, p. 131).

A Tabela 6 mostra a informação incluída nos guiões/protocolos das atividades laboratoriais do tipo investigação que, sem condicionarem a tomada de decisão dos alunos, nos ajudam a idealizar e executar as várias fases laboratoriais.

Algumas atividades laboratoriais do tipo investigação se caracterizam, ainda, pela inclusão, em simultâneo com as instruções que lhes conferem um grau semiaberto (v. Tabela 5), de indicações direcionadas para apoiar/promover a ação do aluno. A ajuda fornecida em cada atividade laboratorial de investigação é diversificada quanto ao número, e tipo, consistindo, fundamentalmente, na inclusão de um ou mais itens que indicam fases a contemplar na planificação da atividade e, desse modo, e se constituem como fatores promotores da tomada de decisão dos alunos. Sublinham-se as indicações orientadas para a discussão da planificação do protocolo da atividade (ME2, ME4, ME5) e dos resultados (ME5) no gru-

² Edição original: 1938.

po turma (professor e alunos), apontando para uma abordagem pedagógica que valoriza o contributo de todos os intervenientes na aprendizagem de cada um, aproximando-se, assim, dos paradigmas epistemológicos construtivista crítico (KINCHELOE, 2006) e autosocio-construtivista (BASSIS, 1997. In: SANTOS, 2005; SANTOS, 2014)..

Tabela 6 – Ajuda fornecida nas atividades laboratoriais do tipo investigação nos manuais escolares de Físico-Química do 8º. ano.

AJUDA FORNECIDA	ATIVIDADES LABORATORIAIS DO TIPO INVESTIGAÇÃO (f)							
	ME1 (n=5)	ME2 (n=5)	ME4 (n=2)	ME5 (n=5)	ME6 (n=2)	ME7 (n=2)	ME8 (n=1)	Total (n=22)
RELEMBRA FASES A EXECUTAR								
Material	2	3	---	1	---	1	---	7
Métodos/Técnicas	---	2	---	1	---	1	---	4
Discussão do protocolo idealizado com o professor e/ou a turma	---	1	1	2	---	---	---	4
Registro de dados	---	---	2	---	---	---	---	2
Discussão de resultados na turma	---	---	---	2	---	---	---	2
Problema	---	---	---	---	---	1	---	1
Hipótese	---	---	---	---	---	1	---	1
Análise de dados	---	---	---	---	---	1	---	1
EXPLICITA ASPECTOS A SEGUIR								
Regras de segurança	---	---	---	1	---	---	---	1
Condições laboratoriais	---	---	---	1	---	---	---	1

Fonte: Autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As potencialidades dos manuais escolares de Físico-Química do 8º. ano de escolaridade no desenvolvimento da capacidade de indagação/investigação e, por conseguinte, na aprendizagem holística dos processos científicos por meio das atividades laboratoriais do tipo investigação são limitadas, devido não só ao número reduzido de atividades desse tipo mas também ao direcionamento para a (re)construção do conhecimento substantivo. Este é o papel primordialmente assumido, constituindo-se, assim, como *estratégia de aprendizagem*. O papel de *objetivo de aprendizagem*, focalizado no desenvolvimento da capacidade de indagação/investigação, ocupará uma posição secundária que, a ocorrer, emergirá

implicitamente. Reafirmando-se a importância das atividades laboratoriais na educação em Ciências, importa que a sua incorporação nos manuais escolares assuma características promotoras do desenvolvimento das capacidades de indagação/investigação. Nesse sentido, torna-se relevante a valorização das investigações e como *objetivo de aprendizagem*. Essa valorização poderá ser operada com o incremento nos manuais escolares do número desse tipo de atividades laboratoriais e com a transformação das possibilidades de aprendizagem implícitas dos processos científicos em possibilidades de aprendizagem explícitas. O incremento do número dessas atividades, condicionado pelas dimensões estipuladas para um manual escolar pelas regras editoriais, deve contemplar a incorporação equilibrada de atividades laboratoriais do tipo *Orientado* e das *investigações*, podendo ser conseguido com a integração de atividades do último tipo, quando o número global de atividades laboratoriais é diminuto, e com a diminuição das atividades do primeiro tipo, quando estas atingem frequências significativamente elevadas, possibilitando, assim, lugar para a incorporação das investigações. O grau de complexidade das atividades, o grau de envolvimento dos alunos na tomada de decisão na operacionalização das atividades e a assunção da aprendizagem como um processo gradual e progressivamente mais complexo são fatores que deverão ser considerados na concepção e incorporação das investigações nos manuais escolares. A inclusão dessas atividades laboratoriais ao longo das várias temáticas do manual escolar deverá se pautar por guiões/protocolos com, sucessivamente, maior grau de abertura e menor número de ajuda, possibilitando maior envolvimento dos alunos na tomada de decisão, em paralelo com o aumento da familiarização dos alunos com esse tipo de atividades. A transformação das possibilidades de aprendizagem implícitas em possibilidades de aprendizagem explícitas poderá ser concretizada pelos professores quando da implementação das atividades laboratoriais, mas terá, também, de ser considerada pelos autores na concepção dos manuais escolares. A criação de cenários educativos promotores do diálogo, entre professores e alunos e entre estes, focalizado na reflexão metacognitiva sobre o modo de operacionalização das atividades laboratoriais permitirá colmatar a ausência de questões com esse objetivo nos respectivos guiões/protocolos. A ação dos autores consistirá exatamente na idealização de guiões/protocolos que contemplem intencional e explicitamente essa abordagem.

NOTA:

Este trabalho é financiado pelo CIED – Centro de Investigação em Educação, projeto UID/CED/01661/2019, Instituto de Educação, Universidade do Minho, por intermédio de fundos nacionais da FCT/MCTES-PT.

REFERÊNCIAS

AMARO, A., & FERREIRA, P. **Fisiquipédia 8, Físico-Química, 8º. ano**. Lisboa: Raiz Editora, 2014.

ANDRÉ, T., & BUFREM, L. Os usos do livro didático na alfabetização: uma abordagem etnográfica. In: DUARTE, J., CLAUDINO, S., & CARVALHO, L. (Orgs.). **Os manuais escolares e os jovens: tédio ou curiosidade pelos saberes?** Lisboa: Centro de Estudos e Intervenção em Educação e Formação (CeIEF), Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, 2012, p. 101-115.

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

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**, 5. ed. rev e att. Lisboa: Edições 70, 2016.

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

CAAMAÑO, A. La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. In: PEDRINACI, E. (Coord.). **11 ideas clave, el desarrollo de la competencia científica**. Barcelona: Graó, 2012, p. 127-146.

CAAMAÑO, A. Los trabajos prácticos en ciencias. In: JIMENÉZ-ALEIXANDRE, M. P. (Coord.). **Enseñar Ciencias**. Barcelona: GRAÓ, 2003, p. 95-118.

CALDEIRA, M. H. Los libros de texto de ciências: son como deberían ser? **Tarbya, Revista de Educación e Innovación Educativa**, Madrid, n. 36, p. 167-184, 2005.

CAVALEIRO, M. N., & BELEZA, M. D. **Novo FQ 8, 3º. Ciclo do Ensino Básico, 8º. ano de escolaridade**. Vila Nova de Gaia/Alfragide: ASA/Leya, 2014.

COELHO DA SILVA, J. L. Manuais escolares de Biologia-Geologia. Características e implicações na formação de professores. In: ARAÚJO E SÁ, H. (Org.). **Investigação em didáctica e formação de professores**. Porto: Porto Editora, 2000, p. 33-54.

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

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

COSTA, A., ANTUNES, C. M., & FERREIRA, F. **Descobrir CFQ, Ciências Físico-Químicas, 8º. ano**. Lisboa: Didática Editora, 2014.

COSTA, S. et al. **Universo FQ, Ciências Físico-Químicas, 8º. ano**. Lisboa: Texto Editores, 2014.

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

FERNÁNDEZ-MARCHESI, N. Las actividades de laboratorio por indagación presentes en los libros de texto. **Revista de Educación en Biología**, Córdoba, v. 21, n. 1, p. 19-33, 2018.

FIOLHAIS, C. et al. **Metas curriculares do 3º. ciclo do ensino Básico – Ciências Físico-Químicas**. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência, 2013.

JANUÁRIO, D. N., CORREIA, E., & BRÁS, C. **Explora, Físico-Química, 8º. ano**. Porto: Porto Editora, 2014.

KINCHELOE, J. **Construtivismo crítico**. Mangualde, Portugal, 2006.

MACIEL, N., & DUARTE, C. A. À Descoberta do Planeta Azul, Reações Químicas, Físico-Química, 8º. ano. Porto: Porto Editora, 2014a.

MACIEL, N., & DUARTE, C. A. À Descoberta do Planeta Azul, Som e Luz, Físico-Química, 8º. ano. Porto: Porto Editora, 2014b.

MARTÍNEZ DIAZ, A., GARCÍA RODRÍGUEZ, M. S., & SUÁREZ MENÉNDEZ, J. J. Análisis de las actividades de Química en los libros de texto de Física y Química de 1º. de bachillerato desde una perspectiva de “Química en contexto”. **Enseñanza & Teaching**, Salamanca, v. 35, n. 2, p. 109-125, 2017.

MORI, R. C., & CURVELO, A. A. O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: Uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNLD/2007. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 65-86, 2012.

OCELLI, M. & VALEIRAS, N. Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: un revisión bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 31, n. 2, p. 133-152, 2013.

PIRES, I., & RIBEIRO, S. **Projeto Desafios, Físico-Química, 8º. ano de escolaridade, 3º. ciclo do ensino básico**. Carnaxide: Santillana, 2014.

PORTUGAL. Decreto-Lei nº. 5/2014 de 14 de Janeiro. **Diário da República nº. 9 – 1ª. Série**, p. 155-159. Lisboa: Assembleia da República, 2014.

PORTUGAL. Lei nº. 47/2006 de 28 de Agosto. **Diário da República nº. 165 – 1ª. Série**, p. 6.213-6.218. Lisboa: Assembleia da República, 2006.

POZO, J. El aprendizaje de contenidos escolares y la adquisición de competencias. In: COLL, C. (Coord.), **Desarrollo, aprendizaje y enseñanza en la educación secundaria**. Barcelona: GRAÓ, 2010, p. 63-84.

SANTOS, M. E. **A cidadania na “voz” dos manuais escolares**. Lisboa: Livros Horizonte, 2001.

SANTOS, M. E. **Que Educação?** Lisboa: Santos-Edu, 2005.

SANTOS, M. E. **Que Escola?** Alcochete: Alfarroba, 2014.

SILVA, A. J. et al. **Zoom 8, Reações Químicas, Físico-Química, 8º. ano**. Porto: Areal Editores, 2014a.

SILVA, A. J. et al. **Zoom 8, Som e Luz, Físico-Química, 8º. ano.** Porto: Areal Editores, 2014b.

VIDRIK, E., & MELLO, I. Ensino experimental: a abordagem investigativa no ensino experimental de Química nos livros didáticos brasileiros. **Revista Internacional de Educación y Aprendizaje**, Madrid, v. 3, n. 2, p. 183-194, 2015.

WOOLNOUGH, B., & ALSSOP, T. **Practical work in science.** Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

DADOS DOS AUTORES

JOSÉ LUÍS COELHO DA SILVA

Doutoramento em Educação pela Universidade do Minho. Portugal. Professor do Instituto de Educação da Universidade do Minho. Portugal. e-mail: zeluis@ie.uminho.pt

JOANA DUARTE

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º ciclo do ensino básico e no ensino secundário pela Universidade do Minho. Licenciatura em Biologia e Geologia pela Universidade do Minho.

Universidade do Minho, Braga. Portugal. e-mail: joanamcduarte1990@gmail.com

MIGUEL DURÃES

Mestrado em Química pela Universidade do Minho. Portugal. Professor do Quadro no Ensino Básico e Secundário de Física e Química. e-mail: mmduraes@gmail.com

Submetido em: 13-12-2018

Aceito em: 15-3-2019