

OS MANUAIS ESCOLARES DE CIÊNCIAS E AS EXPLICAÇÕES ASSOCIADAS ÀS ACTIVIDADES LABORATORIAIS: UM ESTUDO CENTRADO NO TEMA “CARACTERÍSTICAS E COMPORTAMENTOS DO AR”

Alcina Maria Silva Mota Figueiroa
ESE Jean Piaget – *Campus* Académico de Vila Nova de Gaia
afigueiroa@gaia.ipiaget.org

Resumo

Na escolaridade Básica, o principal objectivo da Educação em Ciências deve ser o de formar cidadãos cientificamente cultos, capazes de tirar partido das Ciências e da Tecnologia e de participar, activamente, na sociedade. Promover a (re)construção de explicações de fenómenos físicos, em contexto laboratorial, pode contribuir para essa formação científica dos cidadãos e ajudá-los a desenvolver competências relevantes nas suas vidas. Contudo, a investigação centrada nesta problemática revela que os manuais escolares não parecem estar a conseguir fazer o máximo, relativamente à promoção da aprendizagem da explicação de fenómenos físicos pelos alunos.

Neste estudo, analisaram-se, em 30 manuais escolares de Ciências (4º, 5º e 8º anos) do Ensino Básico, os tipos de explicação associados às actividades laboratoriais propostas para o tema “características e comportamentos do ar”. Dados analisados com base numa tipologia de explicações disponível na literatura sugerem que os manuais escolares tendem a apresentar e/ou a solicitar explicações pouco complexas e que raramente fomentam a utilização de modelos teóricos. Assim, as conclusões deste estudo evidenciam a necessidade de um adequado controlo da qualidade dos manuais escolares e de os seus autores prestarem mais atenção à questão do ensino/aprendizagem da explicação científica e do desenvolvimento de capacidades explicativas dos alunos.

1. Introdução

Sendo o principal objectivo da Educação em Ciências, na escolaridade Básica, o de formar cidadãos cientificamente cultos, promover a (re)construção de explicações de fenómenos físicos, em contexto laboratorial, pode contribuir para essa formação. Com efeito, quer os actuais programas de Ciências, quer a comunidade científica, reconhecem a actividade laboratorial como um valioso meio que, para além de promover a aprendizagem das Ciências, orienta os alunos na aprendizagem do conhecimento conceptual e da metodologia científica, ajudando-os a desenvolver competências relevantes nas suas vidas e tornando-os capazes de tirar partido das Ciências e da Tecnologia, na sociedade.

Os manuais escolares, vistos como um recurso influenciador das práticas pedagógicas dos professores, nomeadamente, as respeitantes ao uso do laboratório, podem constituir uma excelente ajuda na concretização dessas finalidades. Contudo, resultados de investigações

revelam que os manuais escolares de Ciências não parecem estar a prestar o melhor contributo no que respeita à promoção da aprendizagem da explicação de fenómenos físicos pelos alunos. Assim, evidencia-se a necessidade de um adequado controlo da qualidade dos manuais escolares e de os seus autores prestarem mais atenção à questão do ensino/aprendizagem da explicação científica e do desenvolvimento de capacidades explicativas dos alunos.

2. Fundamentação

2.1. Explicação de fenómenos físicos: investigação científica vs ensino-aprendizagem

As explicações científicas que, no contexto da ciência e da investigação científica, contribuem para promover novas descobertas e novos conhecimentos (Horwood, 1988), em situações diárias apresentam-se, usualmente, a partir de um pedido de informação, por parte do explicando. Assim, a explicação surge como a resposta geral a um problema, podendo, em alguns casos, apresentar-se sob a forma de uma resposta a uma pergunta do tipo *porquê* (*por que é que aconteceu*), referindo-se o motivo “responsável” pelo aparecimento de determinado acontecimento e/ou fenómeno, ou de uma resposta a uma pergunta do tipo *como* (*como aconteceu*), referindo-se a forma como se processou o mecanismo do fenómeno (Machamer, 1998). De qualquer forma, quer num caso (*por que é que ...*), quer no outro (*como ...*), explicar envolve pensamento teórico (Cobern & Loving, 2000) e implica estabelecer relações de causalidade (Sandoval & Reiser, 2004).

No processo de ensino e de aprendizagem, a situação revela-se diferente, pois, alguém decide que algo deve ser ensinado e aprendido e é esse algo que se torna necessário conseguir que os alunos aprendam, sem deturpações (Wellington, 2000). Por outro lado, enquanto que as explicações no dia a dia envolvem entidades familiares aos alunos, originando algo que também lhes é familiar, as explicações científicas recorrem a entidades desconhecidas das quais deriva algo também desconhecido para o aluno (Ogborn *et al.*, 1997). Para além disso, no contexto das ciências físicas e naturais, estando a explicação científica associada à compreensão e à interpretação dos fenómenos físicos e naturais e não apenas à constatação dos mesmos (Schwitzgebel, 1999), deve haver a preocupação de tornar essa explicação compreensível ao aluno. A explicação de um fenómeno não é, portanto, uma mera técnica desarticulada, mas sim um processo metacognitivo, associado à compreensão, no qual o investigador, de forma consciente, junta diferentes “peças” de informação (Horwood, 1988; Trout, 2002). Deste modo, a relevância da explicação da explicação científica vai para além de “simples” aprendizagem dos assuntos pelos alunos, residindo, também, no desenvolvimento de atitudes e

comportamentos produtivos que lhes permitam compreender e explicar por que razão as coisas acontecem.

A complexidade de explicar o conhecimento científico aos alunos exige que os professores, nas aulas de Ciências, sejam cuidadosos na exactidão com que o facultam aos alunos. Tal tarefa pressupõe que possuam não só uma compreensão científica dos conceitos a explicar, mas também dos métodos e processos inerentes às Ciências (Taylor & Dana, 2003). Dada a novidade da explicação científica para os alunos, uma boa explicação da explicação científica implica, por vezes, que os professores arranjam um vasto “repertório” de formas de representar e/ou formular as ideias científicas, para que estas se tornem compreensivas aos alunos (Wellington, 2000). Assim, frequentemente, recorrem às demonstrações, às actividades laboratoriais e às exposições teóricas dos assuntos (Ogborn *et al.*, 1997) e, ainda, às ilustrações, aos modelos e às analogias (Wellington & Osborne, 2001), para comparar situações desconhecidas com situações já familiares ao aluno. Por outro lado, o contexto escolar, ao impor ao aluno uma certa necessidade de um certo conhecimento, gera diferença entre o conhecimento que o aluno já possui, o conhecimento que, de acordo com o currículo tem de possuir e, ainda, o conhecimento que ele próprio quer possuir, cabendo ao professor a tarefa de minimizar estas diferenças (Ogborn *et al.*, 1997), a fim de que ele se aproxime, o mais possível, do conhecimento curricular escolar (Leite, 2006). Então, o acto de explicar algo a alguém exige habilidade e técnica suficientes, para que os alunos compreendam e adoptem as explicações científicas, vindas dos cientistas (Wellington, 2000).

Conforme o tipo de raciocínio que envolvem, as explicações podem ter diversos níveis de complexidade. Leite & Figueiroa (2004) apresentam uma tipologia de explicações, elaborada com base na que Martin (1972) propõe e definida em função do tipo de questões a que um dado tipo de explicação permite responder. Esta tipologia inclui quatro tipos de explicação, especificamente:

- Explicação descritiva (O que acontece com o fenómeno?) - É a menos complexa em termos de raciocínio, resultando directamente dos dados recolhidos e centrando-se, portanto, no nível do observável. Apenas se descreve o que acontece, sem se apresentar os motivos responsáveis pela ocorrência do fenómeno;
- Explicação causal (Qual é a causa do fenómeno?) - É elaborada com base numa relação do tipo causa-efeito, sendo mencionadas, especificamente, as entidades envolvidas e

causadoras do fenómeno observado. Ultrapassa, portanto, a etapa da observação, explicitando o porquê (as causas) do fenómeno (efeito produzido);

- Explicação interpretativa (Que entidades envolve o fenómeno?) - É a que se revela mais complexa. Requer a identificação dos conhecimentos conceptuais e/ou dos modelos adequados ou a elaboração de um “novo” modelo, explicando-se o que se constatou, não através de dados empíricos suficientes, mas recorrendo a conhecimentos prévios;
- Explicação preditiva (Como se comportará o fenómeno sob determinada condição?) - Tem a ver com a elaboração de previsões, com base no uso de modelos teóricos, previamente conhecidos, que, juntamente com o conhecimento do comportamento do fenómeno sob determinadas condições, permitem que se faça uma previsão do que acontecerá em circunstâncias desconhecidas.

2.2. A aprendizagem das explicações científicas e as actividades laboratoriais

A capacidade de explicar algo aos alunos, facilitando-lhes a tarefa de aprendizagem das explicações científicas, quer explicando-lhas, quer ajudando-os no processo de (re)construção das mesmas, é vista por alguns especialistas como uma das maiores artes do processo de ensino (Wellington & Osborne, 2001). Com efeito, quando se pretende facultar aos alunos uma educação em ciências equilibrada que envolva não só os conteúdos mas também os processos que a eles conduzem e, ainda, a natureza desses conceitos e do processo que a eles conduz, não basta criar condições para que os alunos aprendam as explicações cientificamente aceites, mas, antes é preciso que lhes seja dada oportunidade de vivenciar aspectos no processo de construção do conhecimento científico.

Assim sendo, o contexto laboratorial torna-se adequado à aprendizagem da explicação de fenómenos naturais, permitindo ao aluno desenvolver quase todas as competências que sobressaem no trabalho dos cientistas (Leite, 2001): observar, manipular, comparar, seleccionar, tratar e organizar dados, argumentar e concluir. Entre a diversidade de tipos de actividades laboratoriais que a literatura propõe (ex: Gunstone, 1991; Leite, 2001), as actividades do tipo Prevê-observa-explica-reflecte podem auxiliar na reconstrução e/ou no desenvolvimento da explicação de fenómenos naturais científica, facilitando a evolução das previsões iniciais para as explicações cientificamente aceites. Neste tipo de actividade, o aluno começa por prever e fundamentar as suas previsões acerca de um dado acontecimento/fenómeno, explicitando as suas explicações prévias; observando o fenómeno/acontecimento, pode testar as suas ideias iniciais, comparando-as com os resultados obtidos que, no caso de contrariarem a explicação

elaborada aquando da previsão ou não serem totalmente compatíveis com ela, haverá necessidade de construir uma nova explicação ou de a desenvolver um pouco mais. De facto, a antecipação de hipóteses explicativas sobre fenómenos auxilia na procura da explicação e no estabelecimento de relações causais/explicativas a ser testadas quanto à sua veracidade, ou falsidade, através da experimentação (Gott & Duggan, 1995). Neste contexto, alguns especialistas são de opinião que é necessário ter em atenção aspectos característicos das explicações científicas, designadamente:

- Não resultam directamente dos dados recolhidos (Millar, 1998);
- Exigem uma selecção dos dados que constituem evidências do fenómeno em causa e um processo de construção de significados (Ogborn *et al.*, 1997);
- Incluem pensamento teórico que proporciona o estabelecimento de relações de causalidade (ou de outro tipo) entre vários elementos (Sandoval & Reiser, 2004);

2.3. A explicação de fenómenos físicos e naturais em manuais escolares de Ciências

O facto de o manual escolar ser encarado pelos professores como o principal instrumento pedagógico nas aulas de Ciências (Wellington & Osborne, 2001), que determina a imagem da actividade e do conhecimento científico a desenvolver na sala de aula, faz dele co-responsável por grande parte das práticas lectivas dos professores, inclusivamente, no que respeita à explicação de fenómenos físicos em contexto de sala de aula (Hodson, 1998). Na realidade, têm sido os manuais escolares que, na tentativa de darem cumprimento às orientações curriculares e programáticas, privilegiam e incluem algumas actividades laboratoriais destinadas à exploração de determinados tópicos programáticos, uma vez que a sua própria estrutura assim lho permite, relativamente aos demais recursos didácticos.

Tal “responsabilidade” levou a que a investigação em educação em Ciências tenha já desenvolvido uma diversidade de estudos que contemplam diferentes áreas e diferentes níveis de ensino. Porém, apesar da importância conferida à compreensão das explicações científicas e da sua natureza, a literatura indica que os manuais escolares de Ciências, de diferentes níveis de ensino, nem sempre são concordantes com as perspectivas, actualmente defendidas, quer pelos documentos oficiais, quer pela investigação em Educação em Ciências - frequentemente, apresentam as conclusões com base em conhecimentos disponíveis, não directamente associados à actividade realizada, em vez de terem por base a recolha de dados efectuada e a selecção e interpretação dos que constituem evidências do fenómeno em questão.

Para além disso, existem evidências, resultantes de outros estudos desenvolvidos com manuais escolares de Ciências, quer do 2º ciclo (Figueiroa, 2003; Moreira, 2003), quer do 3º ciclo (Sequeira, 2004) que, apesar de se centrarem em aspectos que não tendo a ver, directamente, com a análise de explicações científicas (ex: análise do tipo e grau de abertura das actividades laboratoriais incluídas nos manuais), têm a ver com o processo de construção do conhecimento científico que, implicitamente, acaba por influenciar a forma como a explicação científica é facultada aos alunos. Os resultados destas investigações revelam a falta de consonância das propostas apresentadas pelos manuais com a perspectiva de resolução de problemas, que seria útil no desenvolvimento de competências explicativas nos alunos. Assim, quer os manuais editados há algumas décadas atrás (Moreira, 2003; Sequeira, 2004), quer os de edição mais recente (Figueiroa, 2003) primam pela descrição das etapas a seguir e pelo fornecimento de todos os elementos que exigiriam que o aluno realizasse intensa actividade cognitiva e desenvolvesse competências de investigação e de construção e/ou reconstrução do conhecimento conceptual, necessárias à construção e aprendizagem de explicações científicas. Sendo o manual escolar uma ferramenta disponível para os processos de ensino e de aprendizagem das Ciências (Campanário & Otero, 2000), deveriam propor actividades laboratoriais que facultasse aos alunos oportunidade de estes vivenciarem aspectos do processo de construção do conhecimento científico, designadamente, no que respeita ao desenvolvimento de capacidades explicativas. Mas, ao que parece, estes recursos didácticos continuam a contribuir muito pouco para a evolução conceptual e para a aprendizagem de metodologia científica por parte dos alunos.

3. Objectivos

Este estudo tem como finalidade principal analisar as características das explicações que os manuais escolares de Ciências do Ensino Básico facultam, nas actividades laboratoriais que reproduzem fenómenos físicos sobre o tema “características e comportamentos do ar”.

4. Metodologia

Este estudo centrou-se em 30 manuais escolares de Ciências do Ensino Básico (4º, 5º e 8º anos de escolaridade), tendo-se analisado as características das explicações de fenómenos físicos associadas às actividades laboratoriais propostas por esses manuais. Para a obtenção de dados, usou-se uma grelha de análise, já atrás descrita (Leite & Figueiroa, 2004). As actividades laboratoriais sujeitas a análise, num total de 124 actividades, distribuíam-se da seguinte forma:

65 actividades incluídas nos manuais escolares relativos ao 4º ano (Estudo do Meio); 31 actividades integradas nos manuais escolares respeitantes ao 5º ano (Ciências da Natureza) e 28 actividades inseridas nos manuais escolares pertencentes ao 8º ano (Ciências Físico-Químicas). Fez-se, primeiramente, uma análise qualitativa que envolveu a análise do conteúdo das diversas actividades laboratoriais presentes nos manuais e a sua classificação no que respeita ao tipo de explicação que disponibilizam. Seguiu-se um trabalho de análise quantitativa, elaborada com base nos resultados obtidos no trabalho de análise qualitativa, teve a finalidade de identificar a prevalência relativa das diferentes categorias consideradas para o aspecto analisado: tipo de explicação. Os dados apurados foram organizados em tabelas, para cada aspecto e ano de escolaridade. Refira-se que um dos tipos de explicação (o tipo preditivo), uma vez que não foi identificado em nenhuma das actividades laboratoriais analisadas, considerou-se desnecessário incluí-lo, pelo que não foi inserido em nenhuma das tabelas elaboradas.

Para melhor identificação dos manuais utilizados, procedeu-se à codificação de todos eles, atribuindo-se a cada manual uma consoante (a letra M) que indica o objecto de análise (manual), seguida de uma outra consoante (P, S ou T), referente ao nível de ensino (1º, 2º ou 3º ciclos) e um algarismo representativo da ordenação alfabética dos títulos respectivos. Assim, a referência aos manuais surgirá assim: (ex: MP1, ... MP14; MS1, ... MS9; MT1, ... MT7).

5. Resultados - Apresentação

A - Manuais escolares do 4º ano de escolaridade (1º ciclo)

Os resultados registados na tabela 1 revelam algum desequilíbrio, relativamente à presença e distribuição dos três tipos de explicação identificados (descritivo, causal e interpretativo), no conjunto de todos os manuais analisados (4º ano) e em cada manual escolar.

Tabela 1
Tipos de explicação associadas às actividades laboratoriais incluídas em manuais escolares do 4º ano de escolaridade

manuais tipos de explicação	P1 (n=3)	P2 (n=5)	P3 (n=5)	P4 (n=3)	P5 (n=6)	P6 (n=2)	P7 (n=6)	P8 (n=5)	P9 (n=7)	P10 (n=4)	P11 (n=5)	P12 (n=5)	P13 (n=6)	P14 (n=3)	total de cada tipo explicação	
	f	%														
descritivo	—	1	1	—	1	—	2	—	2	—	4	—	1	2	14	21.5
causal	3	4	2	3	5	2	4	5	4	4	1	5	5	1	48	73.9
interpretativo	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	3	4.6

Mais de metade das actividades analisadas são explicações causais (48 actividades – 73.9%), nas quais se estabelece uma relação de causalidade que traduz o porquê de um dado comportamento associado a determinado fenómeno, como é o caso da actividade que a figura 1

expõe (“efeitos da pressão do ar”): a relação causal estabelecida “responsabiliza” a pressão exercida pelo ar, pelo facto de o papel, debaixo de um copo invertido com água, não cair.

O ar atmosférico exerce uma força muito grande sobre todos os corpos. A essa força chama-se **pressão atmosférica**.

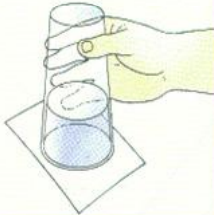
Como provas que a pressão atmosférica se exerce sobre os corpos?

Através de experiências simples, podes verificar que a **pressão atmosférica** nos ajuda a executar tarefas que não seriam possíveis sem a sua existência.

EXPERIÊNCIA

Precisas de um copo de vidro com água e de um bilhete postal.

Enche bem o copo de água. Tapa-o com o bilhete postal e segurando este com os dedos, inverte o copo, mantendo o postal em posição horizontal.



O que aconteceu à água do copo e ao postal?

A pressão do ar exerceu-se sobre o postal com uma força maior do que o peso da água. E, por isso, o postal continuou preso ao copo, impedindo que a água caísse.

Figura 1

Exemplo de uma actividade que inclui uma explicação do tipo causal (extraída do manual P 4, p. 120)

As explicações descritivas identificaram-se em cerca de um quarto das actividades analisadas (14 actividades – 21.5%). É o caso das que pretendem mostrar algumas das propriedades do ar, especificamente, o peso e a resistência do ar, bem como a pressão atmosférica. Nestes casos, apenas se descreve/confirma o que acontece, mas não se avança para o por que acontece. Esta situação é ilustrada pela actividade exposta na figura 2, na qual, tendo em conta o que o próprio título da actividade indica, o aluno apenas constata que, ao pressionar o êmbolo da seringa cheia com ar, não se consegue que ele desça até baixo.



Figura 2
Exemplo de uma actividade da qual se extrai uma explicação descritiva
(extraída do manual P 14, p. 138)

As explicações interpretativas são as menos frequentes no total das actividades analisadas, surgindo em três actividades apenas (4.6%): duas incluídas no manual escolar P3 e uma no manual escolar P9. Essas actividades centram-se no funcionamento da palhinha de refresco e do conta-gotas (actividade que a figura 3 contém).

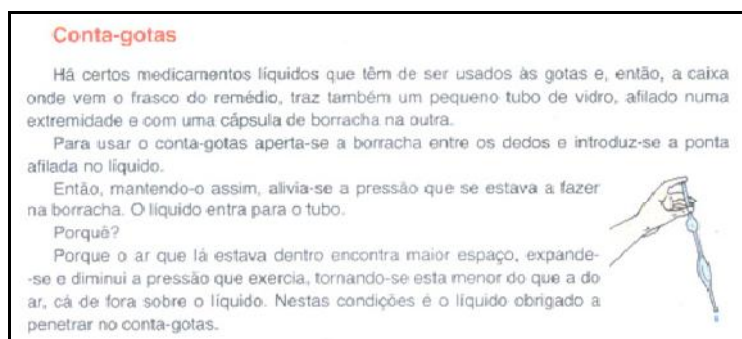


Figura 3
Exemplo de uma actividade que faculta uma explicação interpretativa
(extraída do manual P 3, p. 127)

Neste caso, há uma articulação entre as entidades envolvidas no fenómeno e os modelos teóricos, já estudados. Assim, supostamente, o aluno sabe, previamente, que o ar exerce forças de pressão sobre todas as superfícies e em todas as direcções. Realizando a actividade (puxar o

líquido pelo conta-gotas), verifica que o líquido só consegue subir, caso primeiro sejam criadas condições para “puxar” o ar, reduzindo a pressão no interior do conta-gotas.

Quanto à distribuição destes três tipos de explicação, por manual escolar, só dois manuais (P3 e P9) incluem os três tipos de explicação, mais de metade dos manuais (P2, P5, P7, P11, P13 e P14) integram dois tipos de explicação, designadamente, o descritivo e o causal e, metade dos manuais analisados, unicamente apresenta um dos três tipos considerados, concretamente, o tipo causal (P1, P4, P6, P8, P10 e P12). As explicações do tipo causal surgem em todos os manuais escolares, enquanto que as explicações do tipo descritivo foram identificadas em mais de metade dos manuais analisados (P2, P3, P5, P7, P9, P11, P13 e P14).

B - Manuais escolares do 5º ano de escolaridade (2º ciclo)

As informações sintetizadas na tabela 3 evidenciam algum desequilíbrio no que concerne à presença e à distribuição dos dois tipos de explicação identificados (descritivo e causal), quer no conjunto de todos os manuais (5º ano), quer em cada manual escolar, não tendo sido identificado, em nenhuma actividade, o tipo interpretativo.

Tabela 3

Tipos de explicação associadas às actividades laboratoriais

incluídas em manuais escolares do 5º ano de escolaridade

tipos de explicação \ manuais	S1 (n=2)	S2 (n=6)	S3 (n=2)	S4 (n=2)	S5 (n=5)	S6 (n=2)	S7 (n=3)	S8 (n=2)	S9 (n=7)	total de cada tipo de explicação	
										f	%
descritivo	1	3	---	---	1	1	---	---	4	10	32.3
causal	1	3	2	2	4	1	3	2	3	21	67.7
interpretativo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Assim, em relação às explicações descritivas, um terço das actividades analisadas (10 actividades – 32.3%) apresentam explicações deste tipo. Como exemplo, são as actividades cuja finalidade principal é mostrar algumas propriedades do ar (figura 4).



Figura 4
Exemplo de uma actividade de onde se extrai uma explicação descritiva (extraída do manual S9, p. 172)

Neste tipo de explicação não se estabelece nenhuma relação de causalidade que traduza o porquê do fenómeno, pois não se vai além da confirmação do que acontece. No caso da actividade apresentada na figura 4, as explicações emergem, directamente, dos dados recolhidos (o prato da balança “desce” do lado onde está o balão cheio de ar).

Em mais de metade das actividades analisadas (21 actividades – 67.7%), as explicações a elas associadas classificaram-se como explicações causais. A título exemplificativo, refiram-se as actividades destinadas a concluir que o oxigénio é um dos constituintes do (figura 5).

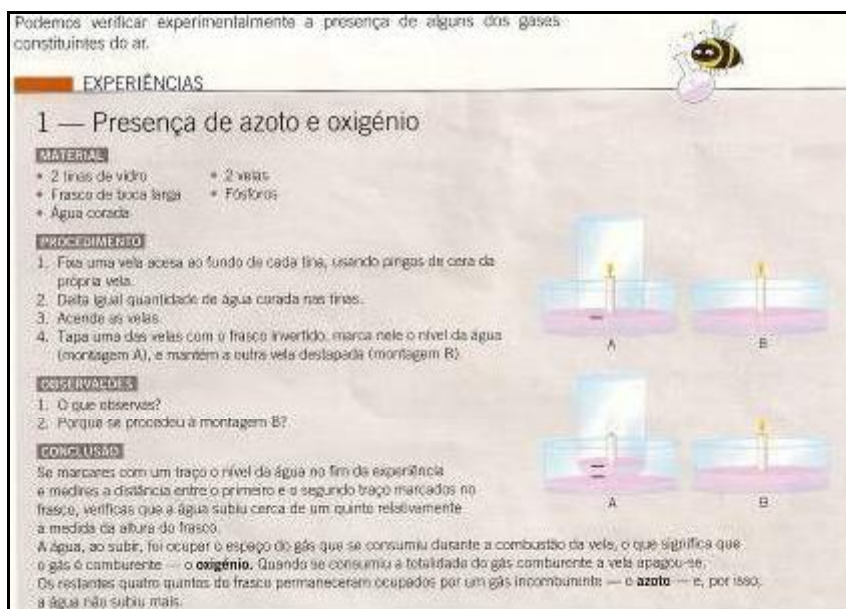


Figura 5
Exemplo de uma actividade que apresenta uma explicação do tipo causal (extraída do manual S9, p. 175)

Nestes casos, estabelece-se uma relação de causa-efeito, ou seja, ao colocar-se a vela dentro do gobelé e/ou frasco pretende-se que o aluno conclua que o facto de esta se apagar, ao fim de algum tempo (efeito obtido), deve-se ao “consumo” de oxigénio (causa desse efeito) que existia dentro do gobelé e/ou frasco, permitindo-lhe concluir (indirectamente) sobre a presença desse gás no ar. Em cada um dos manuais escolares, menos de metade serve-se apenas de um tipo de explicação, especificamente, o causal (S3, S4, S7 e S8), enquanto que os restantes manuais (S1, S2, S5, S6 e S9) contemplam dois tipos de explicação (o descritivo e o causal).

C - Manuais escolares do 8º ano de escolaridade (3º ciclo)

Da consulta dos dados da análise efectuada às actividades incluídas em manuais escolares de Ciências Físico-Químicas (8º ano) de escolaridade (tabela 5), ressalta um certo desnível quanto à presença dos três tipos de explicação (descritivo, causal e interpretativo).

Tabela 5
Tipos de explicações associadas às actividades laboratoriais incluídas em manuais escolares do 8º ano de escolaridade

tipos de explicação \ manuais	T1 (n=3)	T2 (n=7)	T3 (n=3)	T4 (n=5)	T5 (n=4)	T6 (n=2)	T7 (n=4)	total de cada tipo de explicação	
								f	%
descritivo	---	---	1	1	---	---	2	4	14.3
causal	---	6	2	2	---	2	2	14	50.0
interpretativo	3	1	---	2	4	---	---	10	35.7

As explicações causais são as que surgem com maior frequência, ou seja, em metade das actividades sujeitas a análise (14 actividades – 50.0%). Para ilustrar este tipo de explicação, refiram-se, por exemplo, as actividades que pretendem demonstrar uma das propriedades do oxigénio, especificamente, que o oxigénio é um gás comburente e, portanto, contrário ao dióxido de carbono (figura 6).

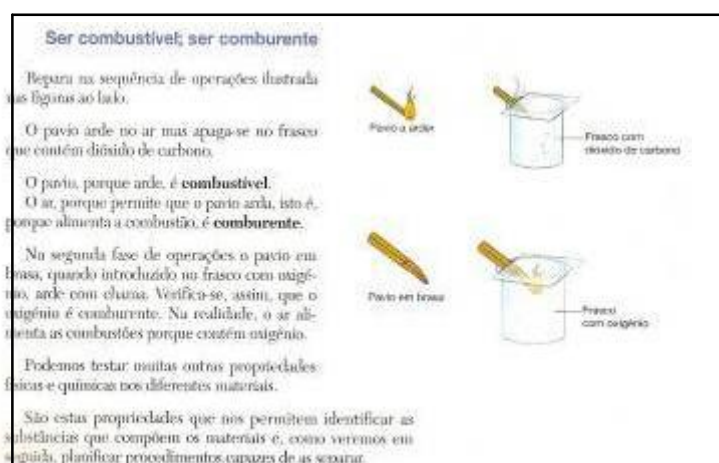


Figura 6

Exemplo de uma actividade que inclui uma explicação do tipo causal
(extraída do manual T6, p. 18)

Assumindo-se que se preparou, previamente, o oxigénio, recolhido num tubo de ensaio, ao colocar um pavio em brasa na boca do tubo, o pavio aviva (efeito). O avivar da brasa é atribuído ao facto de o oxigénio “alimentar as combustões”, mais, propriamente, ao facto de o oxigénio ser um gás que participa na reacção da combustão (causa).

As explicações interpretativas aparecem em cerca de metade do total das actividades analisadas (10 actividades – 35.7%) e, portanto, em menor número do que as causais e do que as descritivas. É o caso das actividades nas quais se dá a conhecer a relação existente entre a pressão e a temperatura de um gás (fig. 7). O fenómeno é explicado recorrendo às características específicas do ar, nomeadamente, o comportamento dos corpúsculos do ar (aumento do número de colisões/de choques e diminuição do espaço entre as partículas), face às variações de temperatura ou de pressão, referindo-se e relacionando-se as entidades envolvidas com a teoria conhecida.



Figura 7


Exemplo de uma actividade que recorre a uma explicação do tipo interpretativo
(extraída do manual T4, p. 96)

As explicações que surgem em menor número são as descritivas, presentes, apenas, em quatro das actividades analisadas (14.3%). Nestes casos, as indicações dadas orientam no sentido de se descrever o que acontece. Cita-se, por exemplo, uma actividade cuja finalidade é comparar o peso e o volume de dois balões, antes e depois de serem colocados numa tina com água colocada sobre uma placa de aquecimento, e numa tina com cubos de gelo (fig. 8).

O espaço vazio é importante

Necessitas de:

- três balões de borracha;
- duas tinas;
- água e gelo;
- uma placa de aquecimento;
- uma balança.



61

1. Enche os três balões com ar, não muito cheios, de forma a que fiquem aproximadamente iguais; fecha os balões com um nó.
2. Numera os balões com os números 1, 2 e 3.
3. Pesa os balões e regista a sua massa.
4. Mede o diâmetro de cada balão na parte mais larga.
5. Coloca o balão 1 dentro de uma tina com gelo.
6. Aguarda 20 minutos.
7. Retira o balão do gelo e compara o seu volume com o do balão 3.
8. Coloca o balão 2 noutra tina com água e coloca-a sobre a placa de aquecimento.
9. Observa o que acontece ao tamanho do balão 2 à medida que a água vai aquecendo (cuidado, não deixes aquecer demais, pois o balão pode rebentar).
10. Retira o balão e compara o seu volume com o do balão 3.
11. Pesa de novo os três balões.
12. O que concluis?

Figura 8
Exemplo de uma actividade da qual se extrai
uma explicação descritiva (extraída do manual T4, p. 97)

De acordo com as directrizes dadas ao aluno, este apenas obtém uma descrição do fenómeno em questão, designadamente, um aumento ou uma diminuição de volume do ar existente dentro dos balões, quando sujeitos a uma variação de temperatura, não sendo solicitado a encontrar o porquê do que observa/constata.

Em relação à presença dos três tipos de explicação, em cada manual, não aparecem em todos os manuais analisados. No caso das explicações causais, embora lhes caiba a predominância em relação aos demais tipos, não deixam, contudo, de estar ausentes em alguns manuais escolares (T1 e T5).

D - Discussão dos resultados

Pelas constatações atrás expostas, parece estarmos perante um grupo de manuais escolares que não lidam da melhor forma com as explicações acerca de fenómenos físicos, nas actividades laboratoriais que incluem. Com efeito, os resultados obtidos, consonantes com os de estudos anteriormente realizados, no país (Leite & Figueiroa, 2004) e no estrangeiro (ex: Newton *et al.*, 2002), apontam para a apresentação e/ou a solicitação de explicações pouco complexas, que não exigem, explicitamente, o recurso a modelos teóricos. No que concerne ao conjunto das todas as 124 actividades laboratoriais analisadas, é notória a preferência concedida às explicações causais, a quantidade considerável de explicações descritivas e a escassez das explicações interpretativas. Ao longo dos três níveis de ensino, decrescem as explicações causais, aumentam as explicações descritivas (do 4º para o 5º ano) e assumem uma percentagem considerável (no 8º ano) as explicações interpretativas. Embora sobressaia a preferência pelas explicações

causais, o que parece animador, pensando em termos de complexidade da relação causal, a grande maioria, contudo, só refere a grandeza ou a entidade a que atribuem a responsabilidade da ocorrência do fenómeno (“devido à pressão”, “devido ao consumo de oxigénio”, ...), não aprofundando o modo como essa grandeza actua.

Quanto à evolução do tipo de explicação, ao longo dos três níveis de ensino, os resultados obtidos não eram os esperados, na medida em que se esperava que a complexidade das explicações fosse aumentando com o ano de escolaridade. Porém, tal não acontece, pois, do 4º para o 5º ano, parece diminuir a complexidade das explicações formuladas e, apenas do 5º para o 8º ano, aumenta essa complexidade, devido ao maior número de actividades que, nos manuais escolares do 8º ano, recorrem a modelos para explicar os fenómenos que reproduzem. De facto, não parece que seja o nível etário dos alunos e, por conseguinte, a sua maior ou menor capacidade para aprender que tenha influenciado os autores dos manuais, quanto a este aspecto; caso contrário, a complexidade das explicações iria aumentando com o nível de ensino.

Pese embora a relevância e a imprescindibilidade da descrição na explicação dos fenómenos físicos, limitar a explicação apenas à descrição do que se observou acaba por resultar uma situação incompleta do ponto de vista científico, dado que as Ciências têm como finalidade o estabelecimento de relações entre diferentes observações (Pujol, 1994) e a interpretação das mesmas. Para que, em contexto escolar, os dados recolhidos se tomem evidências, necessitam de ser ligados a uma acção ou a um pensamento posterior, o que, segundo alguns especialistas (Hogarth *et al.*, 2005), só é alcançável pelo estabelecimento de relações estruturais entre os diversos conceitos, necessárias à explicação dos fenómenos físicos. Daí, serem também necessárias a organização e a interpretação dos dados observados e recolhidos, à custa de modelos e teorias, previamente existentes, ou seja, ser necessária a explicação interpretativa.

6. Conclusões

Através dos resultados obtidos concluem-se os seguintes aspectos:

- As explicações causais predominam, seguidas das descritivas e, por último, as explicações interpretativas;
- Ao longo dos três níveis de ensino (1º, 2º e 3º ciclos), decrescem as explicações causais; aumentam as explicações descritivas do 4º para o 5º ano, diminuindo do 5º para o 8º ano; as explicações interpretativas, presentes, em número reduzidíssimo, no 4º ano, estão ausentes no 5º ano e assumem uma percentagem considerável, no 8º ano;

- Os três tipos de explicação considerados apenas estão presentes nas actividades laboratoriais dos manuais escolares dos 4º e 8º anos; no subgrupo dos manuais do 5º ano, somente foram identificados dois tipos de explicação (descritivo e causal);
- As explicações do tipo interpretativo escasseiam no subgrupo de manuais do 4º ano e estão totalmente ausentes no subgrupo do 5º ano. Em contrapartida, surgem, em número considerável, nos manuais escolares de Ciências Físico-Químicas do 8º ano;
- Na maior parte dos casos, as explicações que facultam emergem, directamente, das informações dadas ou dos dados recolhidos.

Sendo os manuais escolares uma realidade indissociável do processo educativo, cuja utilização se continua a perspectivar para os próximos tempos (Wellington & Osborne, 2001), torna-se necessário desenvolver nos docentes a capacidade de analisar e de criticar os manuais que têm disponíveis para a sua prática docente, a fim de ficarem preparados para eventuais adaptações e/ou alterações de aspectos menos correctos que os mesmos incluem (Leite, 2006) e, assim, aumentarem o seu contributo para a aprendizagem dos alunos, nomeadamente, no desenvolvimento de capacidades explicativas.

Esperemos, então, que a recente legislação sobre avaliação e certificação de manuais escolares (D.R. nº 249/2007) faça aumentar a sua qualidade científica e pedagógica, tornando-os em veículos facilitadores na promoção da evolução conceptual dos alunos e não um obstáculo a essa promoção.

Referências bibliográficas

- Campanario, J. & Otero, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. *In* Palacios, F. & Cañal de León, P. (Org.). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil, S.A., 323-338.
- Coburn, W. & Loving, C. (2000). Defining “science” in a multicultural world: implications for science education. *Science Education*, 85, 50-67.
- Figueiroa, A. (2003). Uma análise das actividades laboratoriais em manuais escolares de Ciências da Natureza (5º ano) e das concepções dos seus autores. *Revista Portuguesa de Educação*, 16 (1), 193-229.
- Gott, R. & Duggan, S. (1998). Understanding scientific evidence. *In* Ratcliffe, M. (Ed.) *ASE guide to secondary science education*. Cheltenham: Stanley Thornes, 92-99.

- Gunstone, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In Woolnough, B. (Ed.). *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 67-77.
- Hodson, D. (1998). Mini-special issue: taking practical work beyond the laboratory. *International Journal of Science Education*, 20 (6), 629-632.
- Hogarth *et al.* (2005). A systematic review of the use of small-group discussions in science teaching with students aged 11-18, and the effect of different stimuli (print materials, practical work, ICT, video/film) on students' understanding of evidence. In *Research Evidence in Education Library*. Londres: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education.
- Horwood, R. (1988). Explanation and description in science teaching. *Science Education*, 72 (1), 41-49.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Caetano, H. & Santos, M. (Org.). *Cadernos Didácticos de Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do ensino Secundário, 79-97.
- Leite, L. & Figueiroa, A. (2004). As actividades laboratoriais e a explicação científica em manuais escolares de ciências. *Alambique*, 39, 20-30.
- Machamer, P. (1998). Philosophy of science: an overview for educators. *Science & Education*, 7, 1-11.
- Martín, M. (1972). *Concepts of science education: a philosophical analysis*. Londres: Scott, Foresman.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. Londres: King's College London.
- Moreira, S. (2003). *O trabalho prático e o ensino das Ciências da Natureza no 2º ciclo do Ensino Básico: um estudo centrado nas últimas décadas*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- Newton, L. *et al.* (2002). Do primary school science books for children show a concern for explanatory understanding? *Research in Science & Technological Education*, 20 (2), 227-240.
- Ogborn, J. *et al.* (1997). *Explaining science in the classroom*. Buckingham: Open Univ. Press.
- Pujol, V. (1994). Los trabajos prácticos en la educación infantil y en la educación primaria. *Alambique-Didáctica de las ciencias experimentales*, 2, 6-14.
- Sandoval, W. & Reiser, B. (2004). Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88, 345-372.
- Schwitzgebel, E. (1999). Children's theories and the drive to explain. *Science & Education*, 8, 457-488.

Sequeira, C. (2004). *O trabalho laboratorial em manuais escolares de Ciências Naturais: análise de manuais escolares do 7º ano de escolaridade*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Trout, J. (2002). Scientific explanation and sense of understanding. *Philosophy of Science*, 69, 212-233.

Taylor, J. & Dana, T. (2003). Secondary school physics teacher's conceptions of scientific evidence: an exploratory case study. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (8), 721-736.

Wellington, J. (2000). Practical work in science education. In Wellington, J. (Ed.). *Teaching and learning secondary science*. Londres: Routledge, 145-155.

Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.

Anexos

Quadro 1. Identificação dos manuais escolares do 4º ano de escolaridade

Código do manual	Título	Autores	Editora	Local de edição	Ano de edição
P1	Aprender a descobrir	Carlinda Leite Rosalina Pereira	Nova Gaia	V. N.Gaia	2002
P2	Aprender Brincando	Carlos Letra	Edições Gailivro	V. N.Gaia	2002 (3ª ed.)
P3	Aprender mais	O. Passo Aguiar	A Educação Nacional	Porto	2002
P4	As minhas descobertas	Helena Campos/José Reis	Nova Gaia	V. N.Gaia	2002
P5	Aventura no meio	Conceição Dinis/Fátima Lima	Porto Editora	Porto	2002
P6	Bambi	Ana Pinto/M. Aurélia Carneiro	Porto Editora	Porto	2002
P7	Caminhar	António Mota	Edições Gailivro	V. N.Gaia	2002 (2ª ed.)
P8	Despertar	Hortência Neto	Livro Directo	Maia	2002
P9	Estudo do Meio do João	João Monteiro/Miguel Paiva	Edições Gailivro	V. N.Gaia	2002
P10	Estudo do Meio do Pequeno Mestre	Maria Freitas	Edições Gailivro	V. N.Gaia	2002 (2ª ed.)
P11	Joaninha	António M. Costa	Nova Gaia	V. N.Gaia	2002
P12	Pequenos curiosos	Conceição Marques/Fátima L.	Porto Editora	Porto	2002
P13	Saber quem somos	António Monteiro	Livraria Arnado	Porto	2002
P14	Vila Moinho	Armando Gonçalves	Constância Editores, S.A.	Carnaxide	2002

Quadro 2. Identificação dos manuais escolares do 5º ano de escolaridade

Código do manual	Título	Autores	Editora	Local de edição	Ano de edição
S1	Ao encontro da Natureza	Clara Elizabete Santos	Plátano Editora	Lisboa	2004
S2	Aqui Vida	Cláudia Pereira Isabel Miranda	Edições Asa	Porto	2004
S3	A vida na Terra	Carlinda Leite Rosalina Pereira	Lisboa Editora	Lisboa	2004
S4	Bioterra	Lucinda Mota Maria dos Anjos Viana Emídio Isaias	Porto Editora	Porto	2004
S5	Ciências	Filomena Soeiro/ actualizado por João A./Paula S./Carlos T.	Texto Editores	Lisboa	2004
S6	Ciências da Natureza	Marcelina Vasques Osório Matias Pedro Martins	Areal Editores	Porto	2004
S7	Magia da Terra	Catarina Rosa Peralta Maria Beleza calhau Maria Fernanda de Sousa	Porto Editora	Porto	2004
S8	O Mistério da Vida	Helena V. Domingues José A. Batista Marília S. Sobral	Texto Editora	Lisboa	2004
S9	Terra Viva	Isabel Caldas Maria Isabel Pestana	Santillana Constância	Carnaxide	2003

Quadro 3. Identificação dos manuais escolares do 8º ano de escolaridade

Código do manual	Título	Autores	Editora	Local de edição	Ano de edição
T1	Ciências na nossa vida/ Sustentabilidade na Terra	Maria Margarida Rodrigues Fernando Morão Lopes Dias	Porto Editora	Porto	2003
T2	Eu e o Planeta Azul/ A Terra em transformação	Noémia Maciel Ana Miranda	Porto Editora	Porto	2002
T3	Eu e o Planeta Azul/ Sustentabilidade na Terra	Noémia Maciel Ana Miranda	Porto Editora	Porto	2003
T4	Eureka! CFQ/ Sustentabilidade na Terra	Teresa Tasso de Figueiredo	Texto Editora	Lisboa	2003
T5	Ciências Físico-Químicas/ Sustentabilidade na Terra	Isabel Pires Sandra Ribeiro	Constância Editores, S.A.	Carnaxide	2003
T6	Terra Mãe/ Terra em Transformação	M. da Conceição Dantas Maria Duarte Ramalho Lucinda Santos Mendonça	Texto Editora	Lisboa	2002
T7	Ciências Físico-Químicas/ Terra no Espaço/Terra em Transformação	M. G. C. Neli Cavaleiro M. Domingas Beleza	Edições Asa	Porto	2002