

DA COMPLEXIDADE DAS ACTIVIDADES LABORATORIAIS À SUA SIMPLIFICAÇÃO PELOS MANUAIS ESCOLARES E ÀS CONSEQUÊNCIAS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS

Laurinda Leite

Universidade do Minho

Braga, Portugal

lleite@iep.uminho.pt

Introdução

No seu dia a dia, as crianças contactam com fenómenos naturais e, nos seus esforços para os compreenderem, vão desenvolvendo ideias sobre eles que, como se sabe, em muitos casos, diferem significativamente das ideias cientificamente aceites (Driver *et al.*, 1994). Este desfasamento não se deve apenas a diferenças entre os conceitos usados pelos alunos e pelos cientistas mas deve-se também ao modo como uns e outros “olham” para o mundo que os rodeia (Gil-Pérez & Carrascosa Allis, 1985) e aos estímulos que consideram relevantes e que, por isso, seleccionam para a interpretação dos fenómenos em causa. Muitos desses fenómenos são abordados na escola e, com essas abordagens, pretende-se conseguir que as explicações desenvolvidas pelas crianças no dia a dia se aproximem, o mais possível, das explicações aceites pelos cientistas. Em muitos casos, essa aproximação faz-se por aproximações sucessivas, passando por estádios intermédios, correspondentes a diversos “níveis de conceptualização” (Vecchi & Giordan, 1991) e ao que frequentemente se designa por ciência escolar.

O ensino das ciências na escola não pode ignorar esta realidade e, mais do que preocupar-se em transmitir conhecimentos científicos, deve ter como finalidade a promoção de uma educação em ciências que permita aos alunos tornarem-se cidadãos capazes de compreender o mundo natural que os rodeia e de interpretar, do modo mais adequado e completo possível, as suas novas manifestações.

Neste contexto, para ser equilibrada, a educação em ciências deve (como preconiza Hodson (1993) permitir aos alunos: i) aprender ciências, ou seja testar e, eventualmente, reformular as suas ideias prévias, aprender “novas” ideias e usar ideias cientificamente aceites; ii) aprender a fazer ciências, o que envolve os métodos e processos das ciências e, por isso, requer que o aluno aprenda a resolver problemas e a construir e avaliar argumentos empiricamente

fundamentados; iii) aprender acerca das ciências, ou seja, compreender, não só o papel e natureza dos modelos e das teorias científicas, mas também a relação dos dados com as evidências e as conclusões e ainda a interdependência das ciências com a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Só assim os alunos poderão *aprender pelas ciências* a ser cidadãos de pleno direito, capazes de participar activa e fundamentadamente em tomadas de decisão sobre assuntos sócio-científicos, e de contribuir para o bem estar da sociedade e para a preservação do planeta.

Objectivos do estudo

Dado que muitos dos fenómenos com que as crianças contactam no seu dia a dia são reproduzíveis em laboratório e/ou são abordados na escola, e sabendo que os manuais escolares de ciências apresentam propostas de actividades laboratoriais que são frequentemente adoptadas pelos professores, pretende-se identificar tipos de problemas associados às propostas de actividades laboratoriais incluídas em manuais escolares de ciências, a fim de inferir sobre o seu potencial educativo, as atitudes que devem merecer por parte dos professores e as suas implicações para o ensino e a aprendizagem das ciências.

Fundamentação teórica

As actividades laboratoriais no ensino das ciências

Desde há mais de um século que se discute a questão da utilização das actividades laboratoriais no ensino das ciências. No entanto, continua a não haver consenso sobre as razões que justificam a sua utilização no ensino (Hodson, 1994; Psillos & Niedderer, 2002). As opiniões dividem-se basicamente em três grupos. Por um lado, estão os que acreditam no provérbio chinês “Se oiço, esqueço; se vejo talvez me lembre; se faço, nunca esquecerei”. Por outro, estão os defensores do argumento que “As ciências são disciplinas experimentais” e, como tal, têm que ser ensinadas no laboratório”. Finalmente, há os que, tal como Einstein e Infeld (s/d), acreditam que “As ciências não são apenas uma colecção de leis, um catálogo de factos não relacionados; São uma criação da mente humana com ideias e conceitos livremente inventados” (p. 258). Pertencer a um ou outro destes grupos não é indiferente em termos de atitude face às actividades laboratoriais no ensino e na aprendizagem das ciências.

Parece fazer sentido que, se é verdade que “uma imagem vale mais do que mil palavras”, observar a realidade deve valer mais que algumas imagens e, portanto, que algumas mil

palavras. Mas, a questão que se nos afigura relevante é a de saber o que nunca esquecerão os alunos: será *o que* observaram ou será *o porquê do que* observaram? E o que pretendem os professores de ciências que eles recordem – apenas as observações ou, sobretudo, as explicações das observações? Embora acreditemos que nenhum professor de ciências ficará satisfeito apenas com a primeira, parece pertinente saber se as actividades laboratoriais são relevantes para primeira, para a segunda ou para ambas. Tal como Woolnough e Allsop (1985), defendemos que as actividades laboratoriais mostram *o que acontece* mas não mostram *por que acontece*. Por isso, os alunos podem não esquecer o que viram mas isso não significa que compreendam a explicação do que observaram.

O significado de “as ciências são disciplinas experimentais” merece também uma análise, uma vez que esta crença tem implicações epistemológicas profundas. O que está em causa não é apenas saber se a experimentação é o princípio ou o fim do processo de construção do conhecimento científico mas, mais do que isso, é saber se a experimentação é auto-suficiente e independente da teoria ou se, antes pelo contrário, as duas são interdependentes. Como mostra Leach (1999), entre as teorias e as evidências fornecidas pelas actividades laboratoriais existe um inter-relação complexa que resulta do facto de, por um lado, o desenho de uma actividade requerer conhecimentos teóricos (por exemplo, sobre variáveis que é relevante controlar e manipular, sobre os dados a recolher, bem como sobre as condições de recolha dos mesmos) e de, por outro lado, essa actividade fornecer evidências que depois de interpretadas originam conhecimento que vai alterar, mais ou menos profundamente, a base de conhecimento disponível. Como afirmaria Gunstone (1991), não podemos ensinar apenas porque as ciências são disciplinas experimentais; ensinamos ciências porque as ciências são disciplinas teóricas que recorrem a conceitos e entidades não acessíveis ao cidadão comum.

Da discussão das duas primeiras opiniões emergem argumentos a favor da terceira. De facto, as ciências envolvem ideias e conceitos inventados pelos cientistas para dar sentido ao mundo natural. Acresce que, quando as explicações se situam ao nível do não observável, os cientistas têm frequentemente que inventar, também, entidades cujas características imaginam e cujos comportamentos descrevem (Ogborn *et al.*, 1997), sem nunca as terem visto. Algumas destas entidades vão desempenhando o papel de protagonistas da história que os cientistas vão contando sobre a natureza, e tornam-se observáveis apenas muito mais tarde, quando a tecnologia o permite. Outras, dão lugar a novas entidades, mais compatíveis com os fenómenos observados. A liberdade de invenção dos cientistas é “apenas” limitada pela compatibilidade entre a invenção e o comportamento do mundo.

Nas aulas de ciências não pretendemos que os alunos inventem conceitos e/ou entidades para

explicarem os fenómenos com que são confrontados mas antes que eles compreendam e adotem as explicações que os cientistas inventaram bem como as entidades que eles criaram, com as características que eles lhes atribuíram quando as criaram (Ogborn *et al.*, 1997). Neste contexto, a questão que se coloca é a de saber como devem as actividades laboratoriais ser organizadas para ajudar os alunos a compreender as explicações construídas pelos cientistas. Há autores (ex.: Hodson, 1998; Lewis, 2002) que defendem que isso só será possível se os alunos tiverem acesso a um laboratório de investigação. Como esta possibilidade não será viável para a grande maioria dos alunos, a questão que parece pertinente é a de saber o que pode ser feito ao nível da sala de aula de modo a aumentar a contribuição das actividades laboratoriais para a aprendizagem das ciências. Não havendo uma única forma de o fazer (Millar, Tiberghien & Le Marechal, 2002), parece consensual que: não se pode pretender que os alunos redescubram sozinhos, no tempo de uma aula, conceitos que os cientistas demoraram anos a descobrir; as actividades laboratoriais devem ser organizadas de modo a que os alunos tenham, não só que usar conhecimentos, conceptuais e procedimentais, mas também que tomar decisões durante a actividade; as actividades têm que ter coerência interna, ou seja, o objectivo da actividade deve ser claro e o procedimento adequado para o alcançar.

Actividades laboratoriais propostas pelos manuais e sua utilização pelos professores

São diversos os estudos que se têm centrado nas actividades laboratoriais propostas pelos manuais escolares de ciências, de diversos níveis de escolaridade. Alguns desses estudos centraram-se na análise dos tipos e actividades laboratoriais propostas por manuais escolares de Ciências da Natureza (Figueiroa, 2001) e de Física (Leite, 1999) anteriores à reorganização curricular do ensino Básico, outro centrou-se nos manuais de Ciências Naturais posteriores à reorganização curricular (Sequeira, 2004) e um outro centrou-se na evolução das actividades laboratoriais ao longo das últimas três décadas (Moreira, 2003). De um modo geral, estes estudos revelam que nos manuais escolares predominam actividades laboratoriais com elevado grau de estruturação que frequentemente informam os alunos sobre o procedimento a seguir e até sobre as conclusões a retirar, remetendo-os para um papel cognitivamente passivo. As Investigações e as actividades de tipo Prevê-Observa-Explica-Reflecte, apesar de serem as mais compatíveis com os princípios acima referidos (Leite, 2002a), são muito raras nos manuais escolares analisados.

Por outro lado, alguns estudos (Leite, 2002b; Leite & Figueiroa, 2002) evidenciam que nos manuais escolares existem actividades laboratoriais com baixa consistência interna, que pretendem que os alunos tirem ou confirmem conclusões para que o procedimento não

fornece as necessárias evidências. Actividades com estas características constituem uma espécie de exercícios de adivinhação que, em vez de contribuírem positivamente para a aprendizagem de conceitos científicos, tornam-se numa perda de tempo, veiculam ideias erradas sobre a construção do conhecimento científico e podem constituir uma fonte de desmotivação para os alunos.

Estas realidades são ainda mais graves se tivermos em conta que os manuais escolares são umas das principais fontes de actividade laboratoriais que os professores implementam, quer no 2º (Leite & Dourado, 2005) e 3º ciclos do ensino básico (Dourado, 2001; Dourado & Leite, 2006) quer no ensino secundário (Afonso, 2000; Cunha, 2002), e que a maior parte desses professores parece não introduzir alterações nos protocolos laboratoriais disponibilizados pelos manuais.

Acresce ainda que, embora existam evidências de que a problemática da utilização das actividades laboratoriais no ensino das ciências faz parte de diversos programas de formação de professores, designadamente de Física e Química (Leite & Oliveira, 2001), um estudo realizado por Leite e Esteves (2005) sugere que os futuros professores evidenciam pouca capacidade crítica face a protocolos de actividades laboratoriais que apresentam baixa consistência interna.

Por um lado, os manuais escolares destinam-se prioritariamente aos alunos mas acabam por determinar, em grande parte, o que os professores fazem nas aulas. Por outro lado, são obras humanas e, como tal, nunca serão perfeitos (Leite, 2002c). Importa, portanto, que os professores adoptem atitudes críticas face ao manual escolar, e de um modo especial às propostas de actividades laboratoriais que eles apresentam, de modo a avaliarem previamente o valor educativo destas e a introduzirem nelas as necessárias adaptações, de forma a contribuir para uma educação em ciências mais equilibrada e mais capaz de conduzir a uma educação pelas ciências.

Metodologia

Neste trabalho não temos pretensão de fazer uma análise sistemática e exaustiva das actividades laboratoriais propostas pelos manuais escolares de ciências mas antes, e como sugere o título deste texto, a de analisar algumas actividades cuja abordagem proposta pelos manuais parece veicular a ideia de que são muito simples e lineares e que, em nossa opinião, são complexas e/ou insuficientes para a sustentação das conclusões pretendidas. Assim, seleccionaram-se alguns protocolos de manuais escolares de ciências de diversos anos de

escolaridade e fez-se uma análise de conteúdo dos mesmos, tomando como referência a necessária consistência entre o objectivo da actividade, o procedimento laboratorial proposto e as conclusões envolvidas. Na secção que se segue serão apresentados e discutidos protocolos que oferecem diversos tipos de problemas. Não se pretendendo avaliar os manuais e, a fim de evitar juízos apressados com base num caso único ou num número muito reduzido de casos, a referência dos manuais escolares será omitida.

Resultados

A análise de protocolos laboratoriais incluídos em manuais escolares permitiu identificar cinco tipos de problemas que serão aqui ilustrados e discutidos cada um deles com base num protocolo laboratorial.

i) Não recomendam a recolha dos dados que constituiriam evidência da conclusão desejada

No protocolo da actividade apresentada na figura 1 não é explicitado o objectivo a alcançar. No entanto, a avaliar pela conclusão, esta actividade deve ter como finalidade permitir aos alunos perceber que a combustão de uma vela, no seio do ar, “consome” oxigénio. A questão que se coloca é a de saber se caso os alunos não tivessem acesso à “conclusão da actividade prática”: conseguiriam eles tirar aquela conclusão? O procedimento laboratorial implementado fornece dados que a sustentem? Que dados seriam necessários? Qual a relevância da água corada para aquele que parece ser o objectivo da actividade? O que provoca a subida da água? Se a campânula aderir ao fundo da tina, será que a água sobe? Em nossa opinião, esta actividade foi complicada desnecessariamente. Se não tivesse sido usada água corada e tivesse antes sido usado um sensor que permitisse medir a variação da concentração de oxigénio dentro da campânula poder-se-ia facilmente concluir que houve uma diminuição da concentração desse gás desde o início até ao fim da combustão da vela. No entanto, essa redução não seria para 0% mas apenas para cerca de 14%. Concluir sobre O₂ a partir da subida da água é um exercício de adivinhação extremamente complexo e pouco rigoroso. De adivinhação porque o oxigénio não se vê e não foi medido. Complexo porque na combustão da vela não há apenas “consumo” de oxigénio; há também “produção” de CO₂ (muito solúvel em água), H₂O e de outros produtos (ver Friedl, 2000) e, não havendo agitação do sistema, o CO₂, que é mais denso do que o ar, tende a descer (aumentando a sua concentração na parte de baixo da campânula) enquanto que a concentração de O₂ vai diminuindo, à medida que nos aproximamos da vela. Pouco rigoroso porque a subida da água tem essencialmente a ver com variação de pressão dentro da campânula, devida a variações de

temperatura, e não com o consumo de oxigénio (ver Friedl, 2000). Se a campânula estivesse colada ao fundo da tina, a água não subiria porque, para a água entrar, depois de a vela se apagar, é preciso que, quando a vela começou a arder e a temperatura a aumentar, algum ar tenha podido sair. Finalmente, note-se que o que é feito também não é suficiente para mostrar que “o gás que lá ficou também não alimenta as combustões”. Além de não se tratar de um gás, mas antes de uma mistura de gases, e de não ser adequado utilizar o verbo alimentar, sabendo que os alunos tendem a atribuir às chamas características de ser vivo (Driver *et al.*, 1994), eles tenderão, ou, simplesmente, a pensar que o ar (que muitos confundem com o oxigénio) acabou, ou que a campânula fez com a que a vela “abafasse”.

ACTIVIDADE PRÁTICA

MATERIAL

- 1 proveta,
- 1 tina,
- 1 vela,
- 300 cm³ de água,
- corante,
- fósforos,
- esguicho.

NOTA: O volume de água deve variar conforme o tamanho da tina.

MODO DE PROCEDER

Mede 300 cm³ de água na proveta. Deita 5 gotas de corante. Entretanto um colega do grupo fixa a vela ao fundo da tina. Verte a água corada para a tina. Acende a vela e tapa-a com a campânula ou com um frasco de vidro. Regista no teu caderno diário todos os fenómenos observados.

De seguida tenta responder às seguintes questões:

- 1 Por que razão a vela se apagou?
- 2 Explica por que motivo a água corada subiu no interior da campânula ou do frasco de vidro.

CONCLUSÃO DA ACTIVIDADE PRÁTICA

A vela apagou-se porque o oxigénio foi consumido. O gás que lá ficou não alimenta combustões.



Fig 1: Actividade laboratorial que não propõe a recolha dos dados necessários e suficientes

ii) há desajuste entre os objectivos atingir e o procedimento adoptado

O protocolo da figura 2 apresenta uma questão à qual a realização da actividade descrita deveria permitir responder. Contudo, o procedimento realizado serve, somente, para mostrar se no arroz e nos pedacinhos de batata ou cenoura (que não são plantas!) há, ou não, amido. O

procedimento parece ser concordante com as questões apresentadas na secção “discussão dos resultados” mas não tem a ver com a questão inicial, até porque não é discutida a relação entre alimento e amido e a questão inicial não pergunta “para onde vai” o alimento mas “o que acontece ao alimento quando chega”.

O que acontece ao alimento que chega às diferentes partes da planta?

DESCOBRER

Enquanto que uma parte do alimento produzido é utilizado pela planta para o seu crescimento e para a produção de energia, a restante é armazenada como reserva nos diferentes órgãos. Para observares este facto realiza a seguinte actividade e discute os resultados.

MATERIAL

- Cenoura
- Batata
- Arroz
- Água iodada
- Conta-gotas
- 3 vidros de relógio

MODO DE PROCEDER

1. Coloca em cada um dos três vidros de relógio uma pequena porção de cenoura, arroz e batata, respectivamente.
2. Deita sobre cada uma das plantas duas gotas de água iodada.



Fig. 5.7

3. Observa o que sucede e regista os resultados no caderno diário.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. Refere o que aconteceu a cada planta quando deitaste as duas gotas de água iodada.
2. Sabendo que a água iodada cora o amido de azul, o que podes concluir quanto à existência de amido na cenoura, no arroz e na batata?

Fig. 2: Actividade laboratorial em que há desajuste entre o objectivo e o procedimento

Note-se, ainda, que nesta actividade os alunos não têm acesso directo ao amido, tendo que recorrer a um teste químico que lhes permitirá obter evidências indirectas da sua presença. Como defendemos em Leite & Figueiroa (2002), a necessidade de recorrer a evidências indirectas aumenta a complexidade da actividade. Para além disso, nesta actividade, só depois de executarem o procedimento é que eles vão ser informados sobre o funcionamento do teste. Os alunos parecem estar a usar um teste para identificar uma dada substância sem conhecerem o teste em causa. Embora sendo defensores da rentabilização das actividades laboratoriais que

sejam realizadas nas aulas, não podemos deixar de nos questionar sobre a adequação da orientação do aluno durante a execução de uma actividade como esta e sobre se o princípio de funcionamento do teste (que parece ser considerado novo para os alunos) não deveria ser introduzido mais cedo e testado com amido propriamente dito.

iii) insuficiente exploração das actividades

A actividade apresentada na figura 3 é uma actividade que mostra o que acontece àquilo que chama materiais sedimentares.

COMO SE DEPOSITAM OS MATERIAIS SEDIMENTARES?

Material por grupo:

- água
- frasco de boca larga
- tina de vidro
- vareta de vidro
- colher
- areias de grão grosseiro, médio e fino
- argila



Execução:

1. Enche metade do frasco com água.
2. Deita 4 ou 5 colheres de cada uma das amostras de areias e argila na tina e mistura-as bem com a colher.
3. Junta a mistura à água, no frasco, e agita durante alguns minutos com a vareta de vidro.
4. Deixa o frasco a repousar até à próxima aula.



Observações:

1. Observa os materiais dentro do frasco.
 - 1.1 Regista a ordem pela qual os materiais se depositaram.
 - 1.2 Regista o número de camadas que se formaram.



Informação:

Aos materiais depositados chamamos sedimentos e a cada camada damos o nome de estrato. Quando o depósito é formado por rochas soltas (cascalhos, areias, argilas, etc.) estas recebem o nome de rochas detríticas.

Nota:

Guarda o frasco no laboratório para que possa ser observado, mais tarde, quando a água se evaporar totalmente.

Fig 3: Actividade insuficientemente explorada

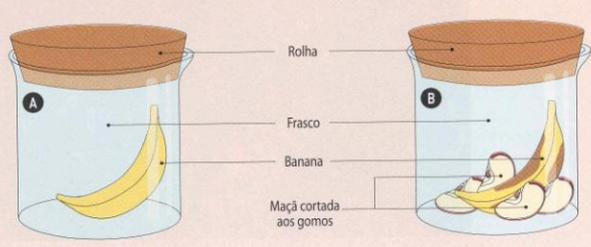
Neste caso, a simulação efectuada permite observar o que se passa na natureza e a discussão das observações poderia ser aprofundada no sentido de os alunos tentarem encontrar explicações para o que observam. Obviamente que seria necessário recorrer a conceitos de Física, nomeadamente à força gravítica. Não parece que, pelo facto de a sedimentação ser um

conceito do domínio das Ciências da Terra, se deva associar à actividade conceitos e ideias apenas do âmbito dessa ciência da Natureza. Fazê-lo significa impedir os alunos de desenvolverem competências relacionadas com a integração de conhecimentos e com a construção de explicações para aquilo que observam. Neste caso, por ser possível construir um modelo observável, os alunos poderiam com relativa facilidade desenvolver essas competências e a actividade permitiria ir para além da constatação de “o que acontece”, ou seja, do nível da descrição, e alcançar o “por que isso acontece”, ou seja, o nível da explicação.

iv) impossibilidade de concluir por falta de controlo adequado de variáveis

A actividade apresentada na figura 4 tem a ver com um fenómeno várias vezes provocado nas nossas casas. Dado que provocar um fenómeno não significa necessariamente compreendê-lo, trabalhar esta actividade poderia ser motivador para os alunos. No entanto, nesta actividade não se pretende apenas constatar que a banana amadurece mais rapidamente quando colocada num frasco com maçãs.

ACTIVIDADE LABORATORIAL EFEITO DO ETILENO NO AMADURECIMENTO DE FRUTOS



Material:

- duas bananas por amadurecer
- uma maçã madura
- dois frascos de vidro (A e B) com tampa ou rolha
- uma faca
- um marcador

Procedimento:

- 1 Marque os frascos, A e B.
- 2 Coloque uma banana em cada frasco.
- 3 Corte a maçã aos pedaços e coloque-os no frasco B.
- 4 Tape ambos os frascos.
- 5 Coloque os dois frascos na obscuridade.
- 6 Passados alguns dias, observe o aspecto das bananas.

Discussão:

- 1 O que pode concluir acerca dos resultados desta experiência?
- 2 Por que razão os frascos deverão ser tapados?

Fig. 5: Actividade em que se ignora um processo biológico paralelo ao processo em análise

No entanto, os problemas desta actividade são vários. Se é verdade que a turvação da água de cal sugere que houve aumento da concentração de CO_2 , também é verdade que, no que respeita ao oxigénio, ou os alunos já sabem que há “consumo” de O_2 ou a actividade não lhes mostra isso. Note-se que a não medição da variação (diminuição) da concentração de O_2 e a dificuldade em interpretar a subida da água no tubo em U, são problemas semelhantes aos da actividade referente à combustão da vela, que foi anteriormente discutida. Acresce que, em actividades com tecidos, como é caso desta, em que não esterilização (e neste caso não há qualquer referência a isso), é preciso ter em conta que as bactérias existentes, invisíveis, se vão multiplicando rapidamente e que os seus processos vitais, designadamente a respiração aeróbica, coexistem com a respiração celular dos tecidos em análise. Assim sendo, na actividade apresentada no protocolo da figura 5, as alterações observadas no sistema resultam da coexistência da respiração celular do músculo e da respiração aeróbica bacteriana. Sendo certo que a omissão do processo que ocorre paralelamente à respiração das células do músculo facilitaria a consecução dos objectivos definidos para a actividade, também é verdade que essa omissão é incorrecta, do ponto de vista científico, e dá aos alunos uma ideia simplista do processo de construção do conhecimento científico.

Conclusões e implicações

Em resposta ao objectivo deste estudo identificámos e ilustrámos cinco tipos de problemas que foram detectados em actividades laboratoriais propostas por manuais escolares de ciências. Será desejável que os autores dos manuais escolares tenham mais cuidado com a qualidade científica das actividades laboratoriais que sugerem nos seus manuais. Contudo, já em outras ocasiões (Leite, 2002c) afirmámos que os manuais escolares são obras humanas e que, por isso, embora sendo desejável que vejam a sua qualidade aumentada, dificilmente se tornarão obras perfeitas. Neste contexto, cabe aos professores enfrentar o desafio de minimizar as deficiências que, eventualmente os manuais escolares apresentem. Vencer este desafio exige a adopção de uma postura crítica, permanente, por parte dos professores que lhes permita identificar os defeitos dos manuais e encontrar formas de lidar positivamente com eles, tornando cada defeito numa vantagem educativa. Uma das principais estratégias a adoptar passa pela análise da consistência da actividade proposta com o(s) objectivo(s) a alcançar com ela (Millar, Tiberghien & Le Maréchal, 2002). Associado a este aspecto está o facto de que, ao contrário do que acontecia em algumas das actividades analisadas anteriormente, não se pode pedir a uma actividade o que ela não pode dar. De facto, esperar

demasiado de uma actividade, acaba por reduzir o que efectivamente se alcança com ela (Hart *et al.* (2000), pois os alunos podem acabar por se sentir desmotivados por não conseguirem entender o que está a ser feito e/ou o que se pretende que alcançar. Acresce que, para que a aprendizagem seja efectiva, os alunos precisam ser envolvidos activamente nas actividades a realizar. No entanto, como argumentámos em outro lugar (Leite, 2002a) mais importante do que o envolvimento psicomotor (*hands-on*), é o envolvimento cognitivo (*minds-on*), dado que se é verdade que ensinamos ciências porque as ciências são disciplinas práticas, também é verdade que ensinamos ciências porque elas são disciplinas teóricas (Gunstone, 1991). No entanto, o ideal é encontrar um equilíbrio entre *hands-on*, *minds-on* e *hearts-on*, dado que a dimensão afectiva interfere, também, com a aprendizagem. Neste contexto, a formação de professores deverá contribuir para que, quer os futuros professores quer os professores em serviço, adoptem uma forma positiva de encarar os defeitos dos manuais escolares, designadamente no que respeita às actividades laboratoriais, sem ignorarem a sua existência, mas antes introduzindo nessas actividades as alterações necessárias para que se tornem um recurso didáctico útil para os alunos.

Referências bibliográficas

- AFONSO, D. (2000). A Componente Laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- CUNHA, A. (2002). As Ciências Físico-Químicas e as Técnicas Laboratoriais de Física: Uma análise comparativa de programas, manuais e opiniões de professores e de alunos. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.
- DOURADO, L. & LEITE, L. (2006). Portuguese science teachers' use of laboratory activities before and after the school curriculum reorganisation. In Proceedings of the ATEE Conference. Amesterdão: Universidade Livre de Amesterdão.
- DOURADO, L. (2001). O trabalho prático no ensino das Ciências Naturais. Situação actual e implementação de propostas inovadoras para o trabalho laboratorial e de campo. Tese de doutoramento (não publicada), Universidade do Minho.
- DRIVER, R. et al. (1994). Making sense of secondary science. London: Routledge.
- EINSTEIN, A. & INFELD, L. (s/d). A evolução da Física. Lisboa: Edições Livros do Brasil.
- FIGUEIROA, A. (2001). Actividades Laboratoriais e Educação em Ciências. Um estudo com manuais escolares de Ciências da Natureza do 5º ano de escolaridade e respectivos autores. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho
- FRIEDL, A. (2000). Enseñar ciencias a los niños. Barcelona: Gedisa.
- GIL-PÉREZ, D. & CARRASCOSA-ALLIS, J. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *International Journal of Science Education*, 7(3), 231-236.
- GUNSTONE, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In Woolnough, B.(Ed.). *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 67-77.

- HART, C. et al. (2000). What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 655-675.
- HODSON, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.
- HODSON, D. (1998). Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. London: Routledge, 93-108.
- LEACH, J. (1999). Students' understanding of the co-ordination of theory and evidence in science. *International Journal of Science Education*, 21(8), 789-806.
- LEITE, L. & DOURADO, L. (2005). A reorganização curricular do ensino básico e a utilização de actividades laboratoriais em ciências da natureza. In *Actas do XVIII Congresso de Enciga (Cd-Rom)*. Ribadeo (Espanha): IES Porta de Auga.
- LEITE, L. & ESTEVES, E. (2005). Análise crítica de actividades laboratoriais: Um estudo envolvendo estudantes de graduação. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências*, 4(1).
- LEITE, L. & FIGUEIROA, A. (2002). Os manuais escolares de ciências da natureza e a inter-relação dados-evidências-conclusões: O caso de “a importância do ar para os seres vivos”. In Elortegui, N. et al. (Eds.). *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales – Relación secundaria universidad*. La Laguna: Universidad de La Laguna, 426-434.
- LEITE, L. & OLIVEIRA, A. (2001). Formação Didáctica de futuros professores de Física para a utilização de actividades laboratoriais. In Martín, M. & Morcillo, J. (Eds). *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias experimentales*. Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidade Autónoma de Madrid: Madrid, 327 - 336.
- LEITE, L. (1999). O ensino laboratorial de “O Som e a Audição”. Uma análise das propostas apresentadas por manuais escolares do 8º ano de escolaridade. In Castro, R. et al. (Orgs.). *Manuais escolares: Estatuto, funções, história*. Braga: Universidade do Minho, 255-266.
- LEITE, L. (2002a). As actividades laboratoriais e o desenvolvimento conceptual e metodológico dos alunos. *Boletín das Ciências*, 51, 83-92.
- LEITE, L. (2002b). A inter-relação dados-evidências-conclusões: Um estudo com actividades laboratoriais incluídas em manuais escolares. In *Actas do II Congresso Internacional “Didáctica de las Ciencias (Cd-rom)*. Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño, Havana, 1 - 10.
- LEITE, L. (2002c). Experiments to promote students' conceptual change on heat and temperature: Do Portuguese textbooks include them? In Höerner, W., Schulz, D. & Wollersheim, H. (Eds.). *Teacher's professional knowledge and reference disciplines of teacher education*. Leipzig: Universidade de Leipzig, 391-410.
- LEWIS, J. (2002). The effectiveness of mini-projects as a preparation for open-ended investigations. In Psillos, D. & Niedderer, H. (Eds.). *Teaching and learning in the science laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 139-150.
- MILLAR, R. (1998). Rhetoric and reality: What practical work in science is really for?. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. Londres: Routledge, 16-31.
- MILLAR, R., TIBERGHEN, A. & LE MARÉCHAL, J. (2002). Varieties of labwork: A way

of profiling labwork tasks. In Psillos, D. & Niedderer, H. (Eds.). Teaching and learning in the science laboratory. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 7-20.

MOREIRA, S. (2003). O trabalho prático e o ensino das Ciências da Natureza no 2º ciclo do ensino básico: Um estudo centrado nas últimas três décadas. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.

OGBORN, J. et al. (1997). Explaining science in the classroom. Buckingham: Open University Press.

PSILLOS, D. & NIEDDERER, H. (2002). Issues and questions regarding the effectiveness of labwork. In Psillos, D. & Niedderer, H. (Eds.). Teaching and learning in the science laboratory. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 21-30.

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

VECCHI, G. & GIORDAN, A. (1990). L' enseignement scientifique: Comment faire pour que "ça marche"? Nice: Z' Éditions.

WOOLNOUGH, B. & ALLSOP, T. (1985). Practical work in science. Cambridge: Cambridge University Press.