

## **AS ACTIVIDADES LABORATORIAIS E A AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS DOS ALUNOS**

*Laurinda Leite*

Universidade do Minho

O objectivo deste trabalho é analisar as potencialidades e as limitações das principais técnicas de avaliação disponíveis, para concluir que face à diversidade e à complexidade dos conhecimentos a avaliar e às potencialidades e limitações das técnicas de avaliação e ainda às práticas associadas à utilização das actividades laboratoriais, é necessário encontrar formas de avaliação que sejam compatíveis com a razão de ser da utilização das actividades laboratoriais nos processos de ensino e de aprendizagem das ciências e que contribuam para a promoção desses mesmos processos.

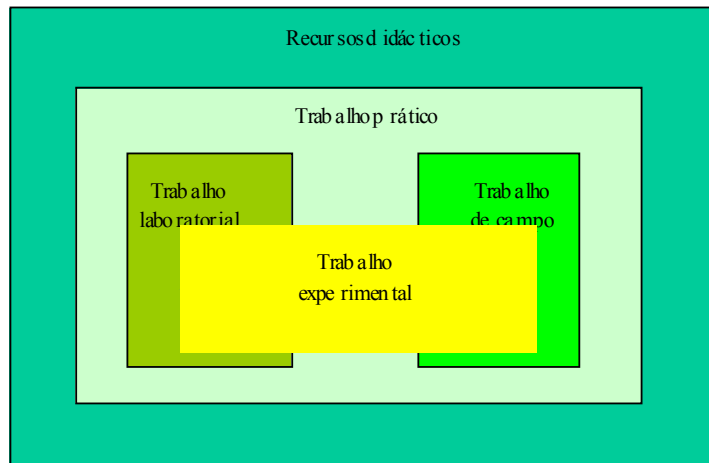
Vamos estruturar o texto em cinco partes. Começaremos por caracterizar o tipo de actividades que nos interessam, actividades laboratoriais; depois, debruçar-nos-emos sobre o âmbito e as características da avaliação, quando associada às actividades laboratoriais; de seguida, referiremos as principais técnicas de avaliação; depois, discutiremos as suas potencialidades e limitações; finalmente, discutiremos a utilização das diferentes técnicas no contexto actual e apresentaremos algumas perspectivas para uma avaliação mais adequada das aprendizagens dos alunos associadas às actividades laboratoriais

### **Caracterização das actividades laboratoriais**

Se considerarmos os recursos didácticos que os professores têm disponíveis, podemos entre eles encontrar o trabalho prático que, segundo Hodson (1988), inclui todas as actividades em que o aluno esteja activamente envolvido.

Assim, o trabalho prático engloba, entre outros, o trabalho laboratorial e o trabalho de campo (Leite, no prelo a). O trabalho laboratorial inclui actividades que requerem a utilização de materiais de laboratório, mais ou menos convencionais, e que podem ser realizadas num laboratório ou mesmo numa sala de aula normal, desde que não sejam necessárias condições especiais, nomeadamente de segurança, para a realização das actividades. O trabalho de campo é realizado ao ar livre, onde, geralmente, os acontecimentos ocorrem naturalmente. Note-se que há trabalho prático que não é laboratorial nem de campo (fig. 1). Dele são exemplo actividades de resolução de problemas de papel e lápis, de pesquisa de informação na biblioteca ou na *internet*, de utilização de simulações informáticas, etc. Algum trabalho

prático envolve controlo e manipulação de variáveis e designa-se, por isso, trabalho experimental. Algumas actividades laboratoriais e de campo apresentam estes requisitos, podendo, assim, falar-se, por exemplo, de actividades laboratoriais de tipo experimental.



*Fig. 1: Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo  
(Leite, no prelo a)*

Neste trabalho interessam-nos as actividades laboratoriais, independentemente de serem ou não de tipo experimental.

Como referiu Hodson (1994), as actividades laboratoriais têm a potencialidade de permitir atingir objectivos relacionados com:

- a motivação dos alunos;
- a aprendizagem de conhecimento conceptual, ou seja conceitos, princípios, leis, teorias;
- a aprendizagem de competências e técnicas laboratoriais, aspectos fundamentais do conhecimento procedimental;
- a aprendizagem de metodologia científica, nomeadamente no que se refere à aprendizagem dos processos de resolução de problemas no laboratório, os quais envolvem, não só conhecimentos conceptuais mas também conhecimentos procedimentais;
- desenvolvimento de atitudes científicas, as quais incluem, rigor, persistência, raciocínio crítico, pensamento divergente, criatividade, etc.

A motivação dos alunos e o desenvolvimento de atitudes científicas devem ser preocupações presentes em toda e qualquer actividade laboratorial. No entanto, qualquer outra

actividade de aprendizagem deverá contribuir também para o desenvolvimento das mesmas. Aliás, tal como não faz sentido realizar actividades laboratoriais só para motivar os alunos, também não faria muito sentido, usar actividades laboratoriais só para desenvolver atitudes científicas. Aqueles dois objectivos, no contexto das actividades laboratoriais, surgem sempre a par com outros que são os que justificam a realização da actividade. Para que os restantes objectivos possam ser alcançados, tal como defendem, não só os especialistas (Woolnough & Allsop, 1985; Hodson, 1994; Gott & Duggan, 1995; Wellington, 1998) mas também alguns programas, nomeadamente os de Ciências Físico-Químicas do 3º ciclo do ensino básico (DEB, 1995), as actividades laboratoriais têm que ser organizadas em conformidade.

Os conhecimentos sobre técnicas e *skills* laboratoriais podem ser adquiridos à custa de actividades de tipo exercício (Woolnough & Allsop, 1985) que permitam o domínio de técnicas laboratoriais, o treino de utilização de aparelhos ou de capacidades de observação, ou o desenvolvimento de competências de manipulação.

Apesar de os resultados da investigação não serem concludentes (Hodson, 1994; Woolnough, 1998), é frequentemente defendido que as actividades laboratoriais podem contribuir positivamente para a aprendizagem de conhecimentos conceptuais (Gunstone, 1991; Howe & Smith, 1998; Woolnough, 1998; Leach, 1999). Estes podem ser desenvolvidos à custa de actividades que permitam o reforço de conceitos previamente apresentados, que promovam a construção de conhecimentos conceptuais novos, do ponto de vista do aluno, ou que facilitem a reconstrução das concepções alternativas dos alunos (Silva & Leite, 1997). Cada um destes objectivos tem mais probabilidade de ser alcançado se for utilizado o tipo de actividade mais adequado (Quadro 1) e se não se confundir tipo de actividade com execução do procedimento laboratorial (Leite, no prelo a).

A aprendizagem de metodologia científica requer a realização de investigações (Hodson, 1990). Investigações são actividades de resolução de problemas que exigem que seja o aluno a descobrir uma forma de resolver o problema que lhe foi colocado ou que ele próprio gerou (Lopes, 1994; Neto, 1998). No contexto em que se situa este trabalho, uma investigação requer que o aluno utilize o laboratório para resolver o problema em causa. Dos tipos de actividades apresentados no quadro 1, apenas as actividades Prevê-Observa-Explica-Reflecte (sem procedimento laboratorial incluído) e as investigações exigem que o aluno recorra a conhecimentos procedimentais e conceptuais para desenhar um procedimento laboratorial que, depois de implementado, lhe permita vencer o obstáculo que o problema que está a investigar comporta. Quando isso acontece, o aluno aprende conhecimento novo. O comportamento do aluno no laboratório de ensino adquire, nestes casos, algumas semelhanças

com o comportamento dos cientistas no laboratório de investigação.

*Quadro 1: Tipologia de actividades laboratoriais*

OBJECTIVO PRINCIPAL		TIPOS DE ACTIVIDADES
Técnicas e <i>skills</i> laboratoriais		* Exercícios
Conhecimento conceptual	Reforço	* Actividades para aquisição de sensibilidade acerca dos fenómenos * Actividades ilustrativas
	Construção	* Experiências orientadas para a determinação do que acontece * Investigações
	Reconstrução	* Prevê-Observa-Explica-Reflecte (com procedimento laboratorial incluído) * Prevê-Observa-Explica-Reflecte (sem procedimento laboratorial incluído)
Metodologia científica		* Investigações

### **Características da avaliação no contexto das actividades laboratoriais**

Associadas ao conceito de avaliação das aprendizagens dos alunos estão as modalidades sumativa, formativa e diagnóstico. A primeira, avaliação sumativa, é talvez a mais usada mas é necessária, essencialmente, por razões externas ao processo de aprendizagem, nomeadamente pela exigência imposta pelos pais pela sociedade de classificação das aprendizagens realizadas pelos alunos. Dado que surge no final do processo, a avaliação sumativa tem pouca capacidade de contribuir para a promoção da aprendizagem (Wellington, 2000). Pelo contrário, a avaliação formativa, aquela que deve acompanhar todo o processo de aprendizagem, informando sobre o que está a correr bem e o que está a correr menos bem, é um dos tipos de avaliação que mais capacidade tem de contribuir para a qualidade da aprendizagem, pois os seus resultados devem ter reflexos imediatos nos processos de ensino e de aprendizagem (Black, 1998; Wellington, 2000). A avaliação diagnóstico não é mais do que um tipo particular de avaliação formativa. Apesar de ser relativamente pouco usada, a avaliação diagnóstico tem particular importância nos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que é ela que nos permite recolher informação sobre os conhecimentos prévios dos alunos: os cientificamente aceites, os não adquiridos ou os cientificamente não aceites (Wellington, 2000). Estes últimos foram os que demoraram mais tempo a captar a nossa atenção, apesar de serem os que mais influência têm no processo de aprendizagem e de exigirem a selecção de estratégias de ensino capazes de promover a sua mudança.

Existe um certo consenso (Geli de Ciurana, 1995; Gott & Duggan, 1995) em torno da

ideia de que estas modalidades de avaliação também se aplicam às actividades laboratoriais. No entanto, Hodson (1992) defende que para além de funções sumativa e formativa (a qual inclui a diagnóstico), a avaliação deve desempenhar mais duas funções:

- função avaliativa - que tem a ver com o facto de a avaliação dever fornecer informação sobre a eficácia do currículo e das actividades de aprendizagem implementadas, permitindo, assim, ao professor ir reflectindo sobre a sua prática e tomando medidas no sentido de a melhorar;
- função educativa – que se prende com o facto de as próprias actividades usadas para efeitos de avaliação deverem, também elas, servir para o aluno desenvolver as suas aprendizagens. Assim, a avaliação não é vista como algo adicional ao processo de ensino-aprendizagem mas, pelo contrário, torna-se parte integrante desse processo.

A preocupação exagerada que existe com a função sumativa desvia frequentemente a atenção das outras funções (Hodson, 1992; Black, 1998). No entanto, uma avaliação correcta do trabalho laboratorial requer o reconhecimento das quatro funções enunciadas por Hodson (1992), bem como a adequação da avaliação às finalidades e às condições de execução das actividades laboratoriais (Gott & Duggan, 1995).

Como anteriormente referimos, as actividades laboratoriais podem contribuir para a consecução de objectivos muito diversos e podem também ter exigências cognitivas e psicomotoras muito diferentes para os alunos. A elas pode estar associada a aprendizagem de conhecimentos conceptuais, de conhecimentos procedimentais e/ou de metodologia científica (Doran, 1978; Wellington, 1998).

Os conhecimentos conceptuais são habitualmente avaliados, independentemente do recurso utilizado para o seu ensino. Na verdade, o laboratório é apenas um dos muitos recursos que pode ser usado para tentar promover a sua aprendizagem conceptual (Hodson, 1994) e não é necessário recorrer à realização de actividades laboratoriais para os poder avaliar. A natureza homogénea dos conhecimentos conceptuais e a nossa familiaridade com eles fazem com que os conhecimentos conceptuais possam ser avaliados de várias formas e com que não tenhamos grandes dificuldades em encontrar formas de os avaliar: testes escritos, questões orais, trabalhos, etc., são técnicas bem conhecidas de todos os professores e muito utilizadas para esse fim.

O mesmo já não se passa com as técnicas e *skills* laboratoriais (Alberts, Beuzekom & Roo, 1986) e com a capacidade de utilizar metodologia científica, os quais, entre outros, envolvem uma grande diversidade de conhecimentos procedimentais. Segundo De Pro

(1998), estes incluem:

- As capacidades de investigação que têm a ver com aspectos como definição de problemas, formulação de hipóteses, planificação de procedimentos, observação, medição, classificação, domínio de técnicas de investigação, tratamento e análise de dados e elaboração de conclusões;
- As capacidades manuais que incluem a manipulação de materiais e equipamentos, a realização de montagens, a construção de aparelhos, etc.;
- As capacidades de comunicação que englobam a análise de material escrito, a utilização de fontes e a elaboração de materiais.

Pese embora a diversidade de conhecimentos passíveis de serem desenvolvidos aquando da realização de actividades laboratoriais, os conhecimentos que teremos legitimidade para avaliar dependem do tipo de actividade que implementarmos e do modo como a implementarmos (Geli de Ciurana, 1995), ou, dito de outra forma, se quisermos avaliar determinados conhecimentos teremos que implementar actividades que permitam desenvolvê-los. Na verdade, não faz sentido avaliar a capacidade dos alunos para desenharem procedimentos laboratoriais se não lhes dermos oportunidade de os desenhar; não faz sentido avaliar o grau de domínio de uma técnica (cromatografia em camada fina) ou a capacidade de utilizar um aparelho (ex.: o microscópio) se não dermos aos alunos a oportunidade de executar tais técnicas e de utilizar tais aparelhos. Note-se que ao contrário de, por exemplo, as capacidades de análise de dados, que podem ser desenvolvidas sem que o aluno tenha que executar ou ver executar procedimentos laboratoriais, ou das capacidades de interpretação de resultados, que podem ser trabalhadas na sequência de uma demonstração efectuada pelo professor, o domínio de técnicas ou a capacidade de manipular aparelhos, para serem desenvolvidos, exigem que seja o aluno a executar o procedimento (Leite, no prelo a). Também o desenhar de procedimentos laboratoriais ou a comunicação de resultados exigem que seja o aluno a realizá-los para que tenha oportunidade de adquirir e/ou desenvolver tais competências.

Note-se, contudo, que o domínio de conhecimentos procedimentais isolados, ainda que adquiridos em contextos laboratoriais, não parece garantir a utilização adequada dos mesmos em contextos diferentes daqueles em que foram adquiridos nem a sua integração em investigações (Erickson & Meyer, 1998). Por outro lado, a principal razão para a utilização de actividades laboratoriais parecer ter a ver com contribuir para que os alunos aprendam a fazer ciência (Hodson, 1990). Parece, portanto, que temos que ensinar e avaliar conhecimentos

procedimentais no âmbito de actividade laboratoriais que permitam aos alunos aprender acerca da natureza da metodologia científica e adquirir capacidade de a usar.

### **Técnicas de Avaliação**

A recolha de informação efectuada pelo professor acerca das aprendizagens realizadas pelos alunos em associação com as actividades laboratoriais pode incidir na execução do procedimento laboratorial e nos conhecimentos conceptuais e procedimentais mobilizados pelos alunos, quer para compreender procedimentos fornecidos quer para interpretar dados recolhidos, quer ainda para resolver problemas. Essa recolha de informação pode também incluir a análise que os alunos fazem do trabalho por eles próprios realizado. Temos neste caso a auto (e eventualmente a hetero) avaliação.

A informação pode ser recolhida à custa de três técnicas diferentes (DeKetele & Roegiers, 1996):

- por observação dos alunos aquando da realização das actividades laboratoriais;
- por inquérito, através de respostas dadas pelos alunos, por escrito ou oralmente, a questões que lhes são colocadas antes, durante ou após a execução do procedimento laboratorial;
- com base em documentos produzidos pelos alunos.

As diversas técnicas podem ser concretizadas através de um ou mais tipos de instrumentos, conforme se indica no quadro 2.

No caso do inquérito pode recorrer-se a testes escritos (vocacionados essencialmente para a avaliação de conhecimentos do domínio cognitivo) ou a questionários (mais vocacionados para a avaliação de aspectos relacionados como domínio afectivo, como as opiniões e as atitudes), aos quais os alunos responderão por escrito, e a entrevistas mais ou menos longas e mais ou menos estruturadas, a que os alunos irão respondendo oralmente, à medida que as questões lhes vão sendo colocadas, também oralmente. Enquanto que os testes escritos e os questionários são, geralmente, aplicados em momentos temporais bem definidos, as entrevistas podem ter lugar antes, durante e/ou após a execução do procedimento laboratorial (Tamir, 1990), permitindo avaliar em profundidade a compreensão da actividade.

#### *Quadro 2: Técnicas e instrumentos de avaliação*

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Inquérito	Testes escritos Questionários (de opinião e atitude) Entrevistas
Observação	Grelhas de observação Listas de verificação
Análise de documentos	Caderno de laboratório <i>Portfolios</i> Relatórios Fichas de auto-avaliação

A técnica de observação pode concretizar-se de uma forma não estruturada, ou seja sem que haja qualquer instrumento formal de recolha e registo de dados, ou de uma forma mais estruturada, à custa de grelhas de observação ou de listas de verificação (Gott & Duggan, 1995).

As grelhas de observação (Quadro 3) orientam a atenção do observador para aspectos dos domínios cognitivo, afectivo ou psicomotor que, por serem considerados importantes no contexto da actividade a realizar e/ou por terem sido seleccionados para observação, foram incluídos na grelha.

*Quadro 3: Exemplos de itens de uma grelha de observação a utilizar com grupos de alunos*

ITENS A OBSERVAR	GA	GB	GC	GD	GE
O que estão a medir?					
Que instrumentos seleccionaram? São adequados?					
Que escala seleccionaram? É suficientemente precisa?					
Que grandeza estão a fazer variar?					
Que grandeza(s) estão a controlar? Esse controlo é adequado?					

Pode ser mais ou menos estruturada e pode também limitar-se a exigir o registo do juízo do observador (com todas as desvantagens que isso tem devido à subjectividade da observação), ou pode exigir que sejam registadas também as evidencias que conduziram a um dado juízo (criando assim condições para a realização de juízos mais fundamentados e de condições mais objectivas para reapreciação dos mesmos), ou podem ainda ser mistas, como no caso apresentado no quadro 3, onde há aspectos a observar que são factuais e outros que



exigem que seja efectuada e registada uma apreciação. Para além disso, pode aplicar-se a alunos, individualmente, ou a grupos de alunos.

A lista de verificação contém geralmente uma enumeração de aspectos que se pretende verificar se o aluno domina e/ou é capaz de executar ou não (Quadro 4). Sendo particularmente adequada para avaliar o domínio de *skills* e de técnicas (Tamir, 1990), requer que o professor observe os alunos e vá assinalando os itens que se aplicam a cada sujeito.

*Quadro 4: Exemplos de itens a incluir numa lista de verificação*

ITENS A VERIFICAR	SIM	NÃO
O aluno observa através da ocular, mantendo fechado o outro olho?		
O aluno selecciona a objectiva de menor ampliação?		
O aluno ajusta a iluminação com o espelho concâvo ?		
O aluno ajusta o diafragma?		
O aluno usa adequadamente o parafuso macrométrico?		

A terceira técnica, análise de documentos, pode socorrer-se de documentos de vários tipos. Podemos, contudo, referir que o caderno de laboratório, a pasta da aluno ou *portfolio*, os relatórios e as fichas de auto-avaliação são as mais comuns, embora com muito diferentes frequências de utilização.

Tal como em outros países (Hodson, 1992), também em Portugal, os relatórios são, sem dúvida, o documento mais utilizado. Sendo considerados uma parte integrante do trabalho laboratorial (Tamir, 1990), eles podem assumir, pelo menos, duas formas: o relatório tradicional e o V de Gowin.

O relatório tradicional é o tipo de relatório mais utilizado e inclui, normalmente, uma apresentação do relatório e do autor, uma introdução com fundamentação teórica, uma listagem do material utilizado, a descrição da metodologia ou do procedimento laboratorial adoptados, a apresentação dos resultados, a discussão dos resultados, a conclusão do trabalho e a listagem da bibliografia consultada. Exige, portanto, que o aluno relate a actividade realizada, focando os aspectos característicos de um artigo de investigação.

O V de Gowin (Novak & Gowin, 1996), por sua vez, é um diagrama em forma de V que integra um lado conceptual, o qual inclui os conceitos, os princípios e a teoria, que servem de suporte a um lado metodológico, que inclui os registos dos dados, as transformações efectuadas a esses dados e as conclusões retiradas da análise dos mesmos (Fig. 2). Os dados são recolhidos de um acontecimento que é seleccionado ou provocado para

se poder responder a uma questão que orienta, desde o início, todo o trabalho.

Comparando a estrutura do relatório tradicional com a do V de Gowin, podemos facilmente constatar que o V de Gowin (ou V de conhecimento) inclui todos os elementos fundamentais que aparecem no relatório tradicional, embora os deva representar de uma forma mais sintética.

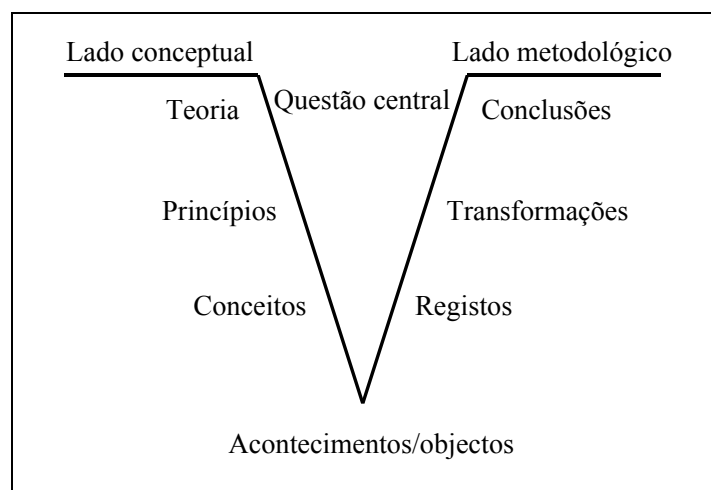


Figura 2: Representação esquemática do V de Gowin

O caderno de laboratório (Tamir, 1990) é um documento que informa continuamente sobre o progresso dos alunos, uma vez que, em cada actividade laboratorial, eles devem anotar no caderno os procedimentos utilizados e os dados recolhidos, bem como a síntese, a análise e a interpretação dos resultados obtidos.

A pasta do aluno ou *portfolio* é, segundo Domingos Fernandes (1993), uma colecção organizada e devidamente planeada de trabalhos produzidos por um aluno ao longo de um determinado período de tempo, de modo a dar uma visão do trabalho e do desenvolvimento do aluno em diferentes componentes consideradas relevantes. Os elementos a incluir no *portfolio* bem como os critérios de avaliação devem ser negociados com os alunos (Leal, 1997). No contexto laboratorial, estes documentos podem incluir a preparação das actividades a realizar na aula, notas de laboratório, análise e interpretação dos resultados, materiais científicos ou de divulgação recolhidos e relacionados com a temática da actividade, materiais sobre aplicações da técnica usada ou implicações sociais ou ambientais das conclusões da actividade, reflexão do aluno sobre o trabalho realizado, etc. Assim, podendo incluir os mesmos elementos que um relatório, os *portfolios* podem ser muito mais abrangentes, fomentar muito mais a criatividade e a pesquisa, e motivar muito mais os alunos.

A reflexão dos alunos sobre o trabalho por eles próprios realizado pode também ser

fomentada à custa de fichas de auto-avaliação (Quadro 5), as quais lhe permitem tomar consciência do que conseguiu e do que não conseguiu fazer (Gott & Duggan, 1995). Estas fichas podem também constituir documentos de avaliação a utilizar pelo professor, na medida em que lhe dão informação sobre a evolução das capacidades metacognitivas do aluno.

*Quadro 5: Exemplo de itens a incluir numa ficha de auto-avaliação*

<b><i>Nesta actividade fui capaz de:</i></b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Decidir o que medir		
Decidir o que manter constante		
Seleccionar instrumentos de medida		
Realizar testes laboratoriais		
Organizar uma tabela com os dados		
Construir gráficos		
Tirar conclusões		
Avaliar a utilidade dos resultados		

Refira-se ainda que, numa dada situação de avaliação, pode recorrer-se a uma única técnica, usar-se alternadamente diferentes técnicas ou utilizar-se conjuntamente diversas técnicas. A utilização conjunta de diversas técnicas pode acontecer tanto numa aula normal como, por exemplo, nos exames laboratoriais. Pode usar-se conjuntamente, por exemplo, a entrevista pertencente à técnica de inquérito, a observação estruturada, pertencente à técnica de observação, e o relatório, que não é mais que um documento. A utilização de diversas técnicas e instrumentos permite dar cumprimento a uma recomendação dos actuais programas de ciências e faz sentido na medida em que permite avaliar a globalidade do trabalho realizado pelo aluno, tirando partido do facto de as vantagens de uma técnica compensarem as desvantagens de outra.

### **Potencialidades e limitações das diferentes técnicas e instrumentos de avaliação**

A recolha de informação por observação é difícil de implementar em turmas grandes, pois requer que o professor encontre formas de observar cada um dos seus alunos. Conseguir-lo depende, pelo menos em parte, da frequência com que se realizam actividades laboratoriais, uma vez que o professor não tem que observar pormenorizadamente o trabalho de todos os alunos em todas as aulas. Quanto mais actividades laboratoriais ele usar mais vezes ele pode observar cada aluno. No entanto, a observação tem a grande vantagem de

permitir recolher dados no contexto em que os conhecimentos são adquiridos e é mesmo a única técnica de recolha de dados capaz de permitir avaliar adequadamente os conhecimentos procedimentais relacionados com capacidades manuais e alguns dos relacionados com capacidades de investigação, como por exemplo, observação, medição e domínio de técnicas laboratoriais (Verkerk, 1984; Giddings, Hofstein & Lunetta, 1991). À primeira vista poderíamos pensar que um teste escrito também serve para avaliar alguns destes conhecimentos mas existem evidências de que mesmo que o aluno, num teste escrito, seja capaz de realizar observações, ler escalas ou descrever técnicas, isso não garante que ele seja capaz de as usar no laboratório (Lock & Davies, 1987; Tamir, 1990; Busaidi, Allsop & Lock, 1992).

O mesmo se pode dizer relativamente aos relatórios (Giddings, Hofstein & Lunetta, 1991), aos cadernos de laboratório ou aos *portfolios*. Note-se, contudo, que os primeiros podem, teoricamente, contribuir para desenvolver nos alunos competências de comunicação que são também importantes nos cientistas. Na verdade, e como referimos acima, a estrutura do relatório é semelhante à estrutura de um artigo científico. Contudo, o que se passa na prática é que os relatórios têm dificuldade em contribuir para o desenvolvimento de tais competências, devido ao facto de a quase totalidade das actividades laboratoriais realizadas nas escolas e nas instituições de ensino superior serem apoiadas por protocolos que apresentam uma estrutura semelhante à do relatório. Por outro lado, quando comparamos a estrutura recomendada pelos manuais escolares para o relatório a elaborar pelos alunos com a estrutura dos protocolos que esses mesmos manuais apresentam, rapidamente constatamos que a quase totalidade dos protocolos contém toda a informação que o aluno necessita (ou indicações precisas acerca de onde ela pode ser encontrada) para fazer o relatório e que, muitas vezes, até apresentam as próprias conclusões e interpretações dos resultados. Assim, quando os protocolos são do tipo receita, fazer um relatório é quase só fazer uma cópia do protocolo ou de outros relatórios que, em alguns casos, podem ser encontrados na *internet*.

Quando se utilizam protocolos deste tipo, poder-se-ia recorrer ao caderno de laboratório mas se os alunos fossem convidados a elaborar um V de Gowin, eles teriam, pelo menos, que reorganizar e sintetizar a informação que lhes é apresentada, o que seria benéfico não só para desenvolverem a capacidade de síntese, mas também para a integração dos aspectos conceptuais e metodológicos associados à actividade laboratorial em causa.

Se, pelo contrário, a actividade em causa for do tipo investigação, então o relatório tradicional já faz sentido. O aluno pode aí descrever tudo o que ele teve que fazer para resolver o problema que esteve na base da investigação realizada. Agora ele está numa

situação semelhante à do cientista que tem que escrever um artigo para divulgar o seu trabalho, um trabalho para o qual não existia uma receita e para o qual ele teve que descobrir um procedimento laboratorial que agora irá descrever e apresentar aos seus pares. Tal como o cientista, também o aluno poderá descrever e apresentar ao professor e, eventualmente, aos colegas os procedimentos que adoptou. Contudo, neste tipo de actividade, o processo é mais importante do que o produto. O relatório apresenta o produto (Tamir, 1990), pelo que não será suficiente para avaliar adequadamente o trabalho do aluno. Um teste, também não seria capaz de avaliar o percurso seguido pelos alunos na actividade, mas talvez uma grelha de observação fosse útil para complementar a informação recolhida com o relatório. Uma ficha de auto-avaliação poderia também ser útil, ajudando o aluno a analisar um processo que, tal como demonstra Hodson (1992), não é linear nem reproduzível e onde o conhecimento tácito também joga um papel importante, que a auto-avaliação poderia tornar um pouco mais consciente.

Decorre desta discussão que as técnicas de avaliação tradicionalmente mais frequentes em associação com as actividades laboratoriais - testes e relatórios - têm validade para um limitado número de tipos de conteúdos e/ou para actividades com características particulares. Por outro lado, nenhuma técnica ou instrumento de recolha de informação é, por si só, suficiente para avaliar adequadamente a diversidade de aprendizagens que podem estar associadas às actividades laboratoriais (Tamir, 1990). Uma conjugação apropriada de diversas técnicas e instrumentos de avaliação será necessária, não só para possibilitar uma avaliação justa mas também, e acima de tudo, para promover o envolvimento dos alunos na aprendizagem dos diversos tipos de conhecimento e para fornecer ao professor informações que lhe permitam melhorar o processo de ensino.

### **Perspectivas para avaliação das aprendizagens associadas às actividades laboratoriais**

A maior parte do trabalho laboratorial actualmente realizado nas nossas escolas é apoiado por protocolos de tipo receita (Leite, 1999; Pereira & Duarte, 1999; Leite, no prelo b) que, ou incluem o resultado ou conduzem, inevitavelmente e desde que os aparelhos e os reagentes funcionem como previsto, ao único resultado possível. Mais do que pensar no que estão a fazer e no porquê do que estão a fazer, os alunos preocupam-se em obter o resultado correcto, porque ele é conhecido, pelo menos do professor, e porque eles não querem ser penalizados pelo facto de não o obterem (Hodson, 1992). Por isso, surgem aquelas perguntas que todos já ouvimos e que conduziram ao título de um artigo de Wellington (1981) “o que

deve dar, professor?” ou fazem-se aquelas coisas que não contribuem para o desenvolvimento de atitudes científicas mas contribuem para uma boa nota no trabalho: junta-se uns “posinhos” (às vezes até estão ali mesmo à mão...) para aumentar o rendimento, ou junta-se umas gotas de X para garantir que a cor vai dar Y, ou altera-se os valores lidos para que o gráfico dê “mais bonito”, etc. Estas são algumas das consequências, indesejáveis, da importância atribuída ao resultado ou produto da actividade e do menosprezo do processo que conduziu a esse resultado e que contribuem para uma imagem inadequada da prática científica.

Se não é esta imagem de ciência que nós queremos dar aos alunos, então temos que repensar os aspectos que estamos a valorizar, não só na nossa prática docente mas também na avaliação que fazemos das aprendizagens realizadas pelos alunos. Os programas actuais exigem que o trabalho laboratorial seja considerado na avaliação dos alunos. Alguns explicitam mesmo um valor acima do qual se deve situar a sua contribuição para a classificação final do aluno e que é um valor elevado (ex.: 30%) para ser obtido à custa de relatórios - cópias de protocolos, ou de testes que sobre conhecimentos procedimentais dão, frequentemente, informações pouco concordantes com as que seriam obtidas no laboratório, contexto em que tais conhecimentos vão sendo aprendidos.

Mas se não faz sentido valorizar exclusivamente o produto da actividade também não faz sentido valorizar apenas os procedimentos. A título de exemplo, refira-se que é hoje consensual que a observação realizada está dependente das teorias prévias do observador (Hodson, 1992; Leach, 1998; Millar, 1998). Assim, o aluno observará correctamente se observar o mesmo que o professor mas ele só poderá fazer isso se usar referenciais teóricos semelhantes aos do professor. Se o aluno não os possui, não conseguirá passar a usá-los apenas observando por si só (Millar, 1998). Ele só o poderá fazer depois de ser ajudado a mudar os seus referenciais.

As actividades laboratoriais são fundamentais para o aluno aprender a conhecer e a usar a metodologia científica, aprendendo assim a fazer ciência, ou seja a resolver problemas. Resolver problemas é uma actividade global que exige não só conhecimentos conceptuais, procedimentais e atitudinais mas também conhecimento tácito (não sei porquê mas pareceu-me que se fizesse isto daria resultado) que se adquire com a familiaridade com este tipo de trabalho (Hodson, 1992). Cada problema investigado tem as suas peculiaridades e segue um percurso que pode mudar de direcção e sentido em qualquer instante. Este carácter único de uma investigação faz com que ela só possa ser adequadamente avaliada durante a sua realização e faz também com que sendo uma actividade holística tenha que ser avaliada de uma forma holística (Hodson, 1992), mesmo que não seja possível medir de forma rigorosa e

objectiva as aprendizagens dos alunos nas suas diversas componentes.

Se fazer ciência é uma actividade difusa, incerta, intuitiva e idiossincrática, uma avaliação adequada da capacidade de fazer ciência pode apenas reflectir estas características e não deve tentar eliminá-las. Contudo, na situação actual, se restringirmos a avaliação aos casos em que se realizam investigações, quase não avaliaremos os alunos na componente laboratorial e teremos, por isso, dificuldades em implementar as recomendações programáticas no que respeita à avaliação das aprendizagens dos alunos associadas às actividades laboratoriais. Por conseguinte, parece ser necessário:

- Diversificar os tipos de actividades laboratoriais utilizados nas aulas;
- Aumentar o grau de abertura das actividades laboratoriais utilizadas;
- Definir critérios de avaliação adequados às características das actividades utilizadas;
- Privilegiar a avaliação formativa, realizada a par com a realização da actividade;
- Utilizar diversas técnicas e instrumentos de avaliação, de modo a avaliar a diversidade de conhecimentos associados às actividades laboratoriais.

Tal como a utilização das actividades laboratoriais, também a avaliação dos alunos deve ser orientada pelos objectivos que se considera deverem presidir ao ensino e à aprendizagem das ciências. De um modo geral, estes são reconhecidos pelos programas em vigor e não parece haver motivo para esperar que a nova reforma os venha por em causa. No entanto, convém ter presente que não basta uma adequada orientação do Ministério da Educação. Este deve dar o necessário apoio aos professores mas qualquer reforma e qualquer programa, por melhor intencionados que sejam, estarão condenados ao fracasso se não forem suportados pelas práticas diárias dos professores.

## **Referências**

- Alberts, R., Beuzekom, P. & Roo, I. (1986). The assessment of practical work: a choice of options. *International Journal of Science Education*, 8(4), 361-369.
- Black, P. (1998). Assessment by teachers and the improvement of students' learning. In Fraser, B. & Tobin, K. (Ed.). *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic publishers, 811-822.
- Busaidi, R., Allsop, R. & Lock, R. (1992). Assessment of science practical skills in Omani 12<sup>th</sup> grade students. *International Journal of Science Education*, 14(3), 319-330.
- De Pro, A. (1998). Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias?. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 21-41.
- DEB (1995). *Programa de Ciências Físico-Químicas- 3º ciclo*. Lisboa: DES.
- DeKetele, J. & Roegiers, X. (1996). *Méthodologie du recueil d'information*. Paris: DeBoeck

Université.

Doran, R. (1978). Assessing the outcomes of science laboratory activities. *Science Education*, 62(3),401-409.

Erickson, G. & Meyer, K. (1998). Performance assessment tasks in science: What are they measuring?. In Fraser, B. & Tobin, K. (Ed.). *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic publishers, 845-865.

Fernandes, D. (1993). A utilização de portfolios como resposta à emergência de novos paradigmas de avaliação das aprendizagens. In *Actas do ProfMat 93*. Lisboa: APM, 81-94.

Geli de Ciurana, A. (1995). La evaluación de los trabajos prácticos. *Alambique*, 4, 25-32.

Giddings, G., Hofstein, A. & Lunetta, V. (1991). Assessment and evaluation in the science laboratory. In Woolnough, B. (Ed.). *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 167-177.

Gott, R. & Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Buckingham: Open University Press.

Gunstone, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In Woolnough, B. (Ed.). *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 67-77.

Hodson, D. (1988). Experiments in science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20(2), 53-66.

Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 70(256), 33-40.

Hodson, D. (1992). Assessment of practical work. *Science & Education*, 1, 115-144.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.

Howe, C. & Smith, P. (1998). Experimentation and conceptual understanding in school science: Can hypothesis testing play a role? In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. Londres: Routledge, 220-236.

Leach, J. (1998). Teaching about the world of science in the laboratory: the influence of students' ideas. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. Londres: Routledge, 52-68.

Leach, J. (1999). Students' understanding of the co-ordination of theory and evidence in science. *International Journal of Science Education*, 21(8), 789-806.

Leal, L. (1997). *Portfolio ou pasta do aluno*. *Educação e Matemática*, 42, 11-12.

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. (Org.). *Manuais escolares: Estatuto, funções, história*. Braga: Universidade do Minho, 255-266.

Leite, L. (no prelo a). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. *Cadernos Didáticos de Ciências*. Lisboa: DES.

Leite, L. (no prelo b). Experiments to promote students' conceptual change on heat and temperature: do portuguese textbooks include them? In *Proceedings of the 24<sup>th</sup> ATEE Conference*. Leipzig (Alemanha): Universidade de Leipzig.

Lock, R. & Davies, V. (1987). Assessing practical work in biology using the OCEA scheme. *Journal of Biological Education*, 21(4), 275-280.



- Lopes, J. (1994). *Resolução de problemas em Física e Química*. Lisboa: Texto Editora.
- Millar, R. (1991). A means to an end: The role of processes in science education. In Woolnough, B. (Ed.). *Practical science*. Milton Keynes: Open University press, 44-52.
- 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.
- Neto, A. (1998). *Resolução de problemas em Física*. Lisboa: IIE.
- Novak, J. & Gowin, B. (1996). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Editora.
- Pereira, M. & Duarte, M. (1999). O manual escolar como facilitador da construção do conhecimento – O caso do tema “reações de oxidação-redução” do 9º ano de escolaridade. In Castro, R. et al. (Eds.). *Manuais escolares: Estatuto, funções, história*. Braga: Universidade do Minho, 367-374.
- Silva, J. & Leite, L. (1997). Actividades laboratoriais em manuais escolares: Proposta de critérios de análise. *Boletín das Ciências*, 32, 259-264.
- Tamir, P. (1990). Evaluation of student laboratory work and its role in developing policy. In Heggarty-Hazel, E. (Ed.). *The student laboratory and the science curriculum*. Londres: Routledge, 242-266.
- Tamir, P. (1998). Assessment and evaluation in science education. In Fraser, B. & Tobin, K. (Ed.). *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic publishers, 761-790.
- Verkerk, G. (1984). Practical work in dutch school physics examinations. *Physics Education*, 19, 229-232.
- Wellington, J. (1981). “What’s supposed to happen, Sir?”: Some problems with discovery learning. *School Science Review*, 63(222), 167-173.
- Wellington, J. (1998). Practical work in science: Time for a re-appraisal. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. Londres: Routledge, 3-15.
- Wellington, J. (2000). *Teaching and learning secondary science*. Londres: Routledge.
- Woolnough, B. (1998). Authentic science in schools, to develop personal knowledge. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. Londres: Routledge, 109-125.

LEITE, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. *In* Sequeira, M. *et al.* (Org.), *Trabalho prático e experimental na educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho, pp. 91-108.