

## **Análise crítica de actividades laboratoriais: Um estudo envolvendo estudantes de graduação**

**Laurinda Leite & Esmeralda Esteves**

Universidade do Minho. Campus de Gualtar, 4710-057 BRAGA, Portugal. E-mail: [lleite@iep.uminho.pt](mailto:lleite@iep.uminho.pt) & [eazevedo@iep.uminho.pt](mailto:eazevedo@iep.uminho.pt)

**Resumo:** Uma das competências que, segundo o Currículo Nacional do Ensino Básico, devem ser desenvolvidas nas crianças e jovens que frequentam os nove anos de escolaridade, correspondentes ao ensino obrigatório português, tem a ver com a identificação e utilização de evidências na construção de argumentos e na elaboração de conclusões. No entanto, existem algumas evidências de que, quer manuais escolares, quer professores de ciências não lidam, da melhor forma, com as evidências empíricas. Este estudo pretende investigar em que medida um grupo de alunos de graduação, futuros professores de Física e Química, consegue analisar criticamente três protocolos laboratoriais, identificando a falta de dados que constituem evidências das conclusões descritas nos respectivos protocolos. Os resultados sugerem que os estudantes em causa apresentam dificuldades em efectuar tal análise, não conseguindo, de um modo geral, detectar as lacunas existentes nos protocolos, e apontam para a necessidade de dar formação aos futuros professores, de modo a que eles possam, mais tarde, implementar adequadamente o currículo e ensinar os seus futuros alunos a identificar e a usar evidências empíricas.

**Palavras chave:** actividades laboratoriais, evidências empíricas, análise crítica, futuros professores

**Title:** Critical analysis of laboratory activities: A study with undergraduate students

**Abstract:** According to the Low Secondary School National Curriculum, children should develop competencies related to the identification and use of evidences in the construction of arguments and the drawing of conclusions. However, there is some evidence that school textbooks as well as science teachers do not deal appropriately with empirical evidence. This piece of research aims at investigating whether or not undergraduate students (prospective physical sciences teachers) succeed in critically analysing three lab worksheets, by identifying the lack of data that would be evidence of the conclusions presented in the worksheets. Results suggest that participants show some difficulties when doing such analysis, as they do not succeed in identifying the issues omitted in the worksheets. Therefore, it seems necessary to educate prospective teachers so that they overcome those difficulties and become able to both put the school curriculum into practice and teach their future students on how to use empirical evidence.

**Key words:** laboratory activities, empirical evidence, critical analysis, prospective teachers

### **Introdução**

Uma das principais preocupações do Currículo Nacional do Ensino Básico (DEB, 2001) é o desenvolvimento nos alunos de competências consideradas necessárias para o exercício de uma cidadania participativa e responsável. Por conseguinte, uma das competências que, segundo este currículo, devem ser desenvolvidas nas crianças e jovens que frequentam os nove anos de escolaridade, correspondentes ao ensino obrigatório português, tem a ver com a identificação e utilização de evidências na construção de argumentos e na elaboração de conclusões. Subjacente ao currículo parece estar a ideia, defendida por Tytler, Duggan e Gott (2001), de que esta competência é relevante tanto na vida do dia a dia dos cidadãos, que precisam de fundamentar as suas posições sobre assuntos de cariz sócio-económico-político, como em contextos profissionais, ligados, ou não, à investigação científica.

Um dos contextos escolares propício à aprendizagem da identificação de evidências a partir de dados e à sua utilização na construção de argumentos e ideias são as aulas de ciências e, de um modo especial, as aulas em que são realizadas actividades laboratoriais (Villani & Nascimento, 2003). Apesar de haver diversos tipos de evidências (Tytler, Duggan & Gott, 2001), no contexto das actividades laboratoriais (aquele que importa no âmbito deste trabalho), evidências são dados originados por actividades laboratoriais, que são relevantes para a construção ou para o teste de determinadas ideias (Kolstø, 2001; Tytler, Duggan & Gott, 2001). Uma vez que uma actividade laboratorial pode originar um conjunto alargado de dados, o mais provável é que diferentes subconjuntos de dados originados por uma dada actividade constituam evidências de ideias diferentes (Ball, 1999; Leite & Figueiroa, 2004a). Contudo, a validade das evidências de uma dada ideia tem que ser analisada tendo em conta a fiabilidade dos dados que as origina e o desenho da actividade que os permite recolher (Tytler, Duggan & Gott, 2001).

O desenvolvimento nos alunos do ensino básico da competência acima referida requer que os professores de ciências sejam, eles próprios, capazes de distinguir dado de evidência e de conclusão e de seleccionar estratégias de ensino capazes de facilitar a aprendizagem de tais conceitos e inter-relações pelos seus alunos. Os estudantes universitários de cursos de ciências, e, mais concretamente, os futuros professores de Física e Química, frequentam, durante os cursos universitários de sua formação inicial de professores, muitas aulas laboratoriais que os deveriam preparar, entre outros, para aprender a elaborar conclusões a partir de evidências seleccionadas de entre os dados recolhidos em laboratório, bem como para desenharem actividades que lhes permitam encontrar as evidências necessárias para testar determinadas ideias.

No entanto, o facto de as actividades laboratoriais de Física utilizadas nos cursos universitários de formação inicial de professores serem frequentemente muito estruturadas e baseadas em protocolos de tipo "receita de culinária" (Oliveira, 2001) faz emergir dúvidas quanto ao nível

de desenvolvimento, nos futuros profissionais do ensino, da competência em causa. Estas dúvidas suscitam preocupações pertinentes, na medida em que se sabe que, por um lado, os professores de ciências são muito dependentes do manual escolar para seleccionarem as actividades laboratoriais a utilizar nas aulas (Afonso, 2000; Cunha, 2002; Dourado, 2001; Oliveira, 2001) e que, por outro lado, os manuais escolares de ciências apresentam um número não desprezível de actividades laboratoriais incorrectamente estruturadas (Ohlsson, 1992; Leite, 2002; Leite & Figueiroa, 2002), no que respeita à interrelação dados-evidências-conclusões.

### **Objectivo**

Neste artigo procurou-se avaliar em que medida um grupo de estudantes universitários, futuros professores de Física e Química, se revela capaz de identificar a insuficiência das evidências empíricas, disponibilizadas por protocolos de tipo receita, que apresentam a conclusão pretendida, bem como a conseqüente inconsistência dos mesmos. Tentou ainda verificar-se em que medida o trabalho de grupo e a focalização das questões que são colocadas aos participantes no estudo os influenciam na identificação de tais insuficiências e inconsistências.

### **Fundamentação teórica**

A defesa da utilização de actividades laboratoriais no ensino das ciências assenta, frequentemente, em argumentos de três tipos: cognitivos, afectivos e associados a capacidades/habilidades (Wellington, 1998). Na verdade, e tal como refere Hodson (1993), as actividades laboratoriais têm a potencialidade de permitir motivar os alunos (o que suporta os argumentos de natureza afectiva), promover a aprendizagem de conhecimento conceptual (o que apoia os argumentos de natureza cognitiva) e ensinar *skills* laboratoriais, metodologia científica, atitudes científicas (o que sustenta os argumentos relacionados com capacidades/habilidades). Contudo, o facto de as actividades realizadas nas aulas de ciências assumirem, quer nas escolas básicas (Dourado, 2001) e secundárias (Afonso, 2000; Cunha, 2002) quer nas universidades (Oliveira, 2001), frequentemente, um carácter fechado, sendo apoiadas por protocolos de tipo receita, dificilmente lhes permite sustentar tais argumentos. Neste artigo interessa-nos concentrar a atenção nos argumentos cognitivos, talvez os mais fáceis e fortemente postos em causa pela utilização tradicional das actividades laboratoriais (Hodson, 1994; Gunstone, 1991) e os que mais têm a ver com o desenvolvimento de competências relacionadas com a identificação e utilização de "evidências científicas baseadas em dados empíricos" (Tytler, Duggan, Gott, 2001).

Na verdade, a maior parte do tempo dedicado às aulas laboratoriais, tanto na escola secundária como na universidade, é utilizado para manipulação de *apparatus* e realização de medições, aspectos que contribuem muito pouco para o inter-relacionamento da teoria com a experiência (Psillos & Niedderer, 2002). Procedendo desta forma fomentar-se-á um comportamento bastante mecânico do aluno nas primeiras etapas do processo e promover-se-á o seu envolvimento cognitivo apenas na parte

final da actividade, parte essa em que o aluno precisaria da ajuda do professor, uma vez que se pretende que interprete os dados recolhidos, não de acordo com as suas ideias e em função das entidades que conhece, mas antes em função das ideias e das entidades que os cientistas usam nas explicações cientificamente aceites dos fenómenos e que o aluno pode ainda desconhecer.

O processo de selecção dos dados que constituem evidências de algo é um processo muito complexo (figura 1), na medida em que, como argumentam Hodson (1988) e Ball (1999), as evidências, simultaneamente, *servem de base a e dependem da ideia em causa* (figura 1).

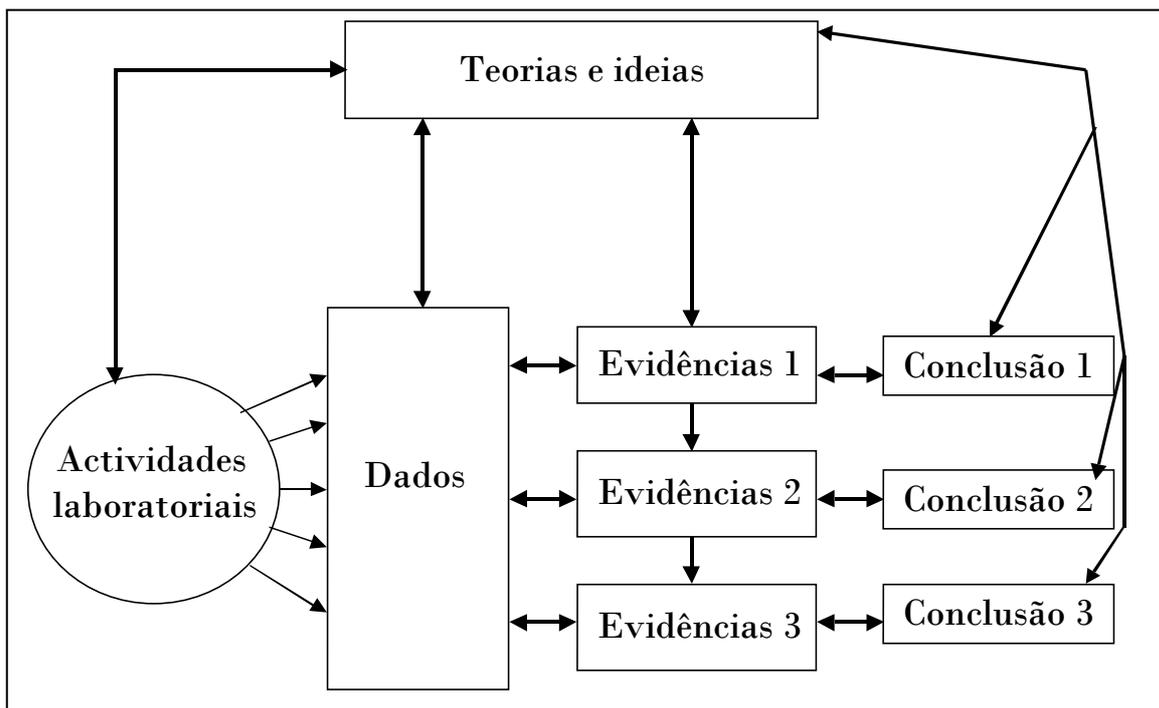


Figura 1.- A interrelação dados-evidências-teorias (Leite & Figueiroa, 2004a)

De facto, só sabe se um dado é evidência de uma dada ideia depois de conhecer a ideia em causa. Por outro lado, se para conhecer a ideia é preciso realizar experiências, o desenho destas requer o conhecimento prévio dessa mesma ideia (Hodson, 1988; Millar, 1998), na medida em que é essa ideia que indica, entre outros, que variáveis devem ser controladas, que variáveis devem ser manipuladas e que dados precisam ser recolhidos e podem ser considerados evidências. Para além disso, a aceitação (prévia) de uma ideia pode fazer com que observações não concordantes com ela sejam rejeitadas (Hodson, 1988), em vez de se constituírem como elementos portadores da evolução daquela. Acresce ainda que, se em alguns casos os dados são acessíveis aos sentidos ou podem ser obtidos através do recurso a instrumentos que medem a(s) grandeza(s) física(s) ou química(s) relevante(s) para a consecução do(s) objectivo(s) da actividade, e, por conseguinte, as evidências podem ser obtidas directamente, em outros casos é necessário recorrer a estratégias (ex.: testes químicos ou medição de outras grandezas relacionadas com as relevantes) que

permitem, indirectamente, ter acesso aos dados que constituem evidências necessárias (Leite & Figueiroa, 2004b). Neste último caso o processo de obtenção dos dados que constituem evidência da ideia em causa é ainda mais complexo e exigente, uma vez que, para além dos requisitos anteriormente mencionados, exige ainda o conhecimento de e a selecção adequada dos testes a usar e/ou das grandezas "secundárias" a medir.

Na actividade científica não existem regras claras e objectivas para decidir como se faz a identificação dos dados relevantes, pelo que o sucesso na investigação científica é obtido por aqueles que têm a sorte de escolher uma estratégia de acção que é adequada à situação (Hodson, 1998). Leach (1999) constatou que alunos, entre os 9 e os 16 anos, apresentam dificuldades em usar tal estratégia, não sendo capazes de resolver, de uma forma lógica e planeada, problemas que exigem a coordenação entre teoria e evidência. Os alunos só desenvolverão um *insight* que lhes permita seleccionar estratégias de acção adequadas se lhes forem dadas oportunidades não só para discutir com os colegas e com o professor (Gunstone & Champagne, 1990) mas também para seleccionar e interpretar evidências e para manipular, integrar e desenvolver conceitos. Simultaneamente, irão adquirindo alguma noção acerca de como os cientistas constroem as suas explicações, pois, como afirma Millar (1995),

"No centro da aprendizagem acerca dos métodos das ciências está a compreensão de que a teoria é diferente da evidência: a teorização envolve imaginação, invenção e pode ser errada. A evidência é usada para testar, modificar e adaptar a teoria" (p. 365).

A questão que se coloca é a de saber que formação têm os professores de ciências neste tópico, quer em termos cognitivos (domínio do assunto) quer em termos afectivos (atitude perante ele e reconhecimento da sua importância) a fim de encontrar formas de desenvolver neles as competências necessárias para abordarem estes assuntos com os alunos de um modo adequado. Apesar de a investigação neste campo ser escassa, a pertinência da questão colocada pode ser apoiada pelos resultados de um estudo exploratório, realizado por Taylor e Dana (2003), o qual sugere não só que futuros professores e professores em serviço apresentam algumas dificuldades em lidar adequadamente com o controlo de variáveis em situações experimentais (condição necessária para obter dados que constituam evidências válidas e fiáveis) mas também que essas dificuldades parecem depender do conteúdo científico em causa, de tal modo que embora o insuficiente domínio do conteúdo não impeça identificação da falta de um controlo, o desenho de actividades que exijam o controlo de variáveis relevantes só é devidamente efectuado quando ocorre um bom domínio daquele. O carácter exploratório deste estudo, bem como os resultados do mesmo, apontam para a necessidade de desenvolver investigação nesta área, de modo a compreender melhor as competências dos professores em serviço e a melhorar a formação facultada aos futuros professores, de modo a que, por consequência, a formação dos alunos melhore também.

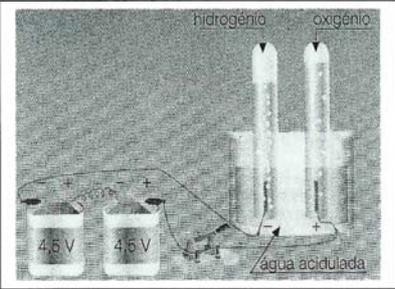
## Metodologia

Participaram no estudo 31 estudantes universitários que iniciavam o quarto ano (último ano lectivo) de um curso de formação inicial de professores de Física e Química e que estavam acessíveis às autoras. Os membros deste grupo representavam 86% dos estudantes desse ano do curso. Tratando-se de uma amostra disponível (McMillan & Schumacher, 2001), os resultados obtidos neste estudo têm que ser interpretados com cuidado e não poderão ser generalizados à população portuguesa de futuros professores de Física e Química. No entanto, a semelhança de práticas laboratoriais recentemente constatada nas diversas universidades portuguesas (Oliveira, 2001) sugere que os resultados desta investigação podem não só fornecer informação credível sobre o nível de desenvolvimento da competência em causa, nos futuros professores (ainda alunos) da universidade em que se centra o estudo, mas também fornecer indicações sobre o que possivelmente se passa com estudantes de outras universidades.

Os dados foram recolhidos através de um questionário, constituído por duas partes. A primeira parte organiza-se em torno de três protocolos laboratoriais, relativos a actividades de Química muito frequentes em manuais escolares, e que, portanto, se esperava fossem familiares aos participantes no estudo: a electrólise da água (actividade A, figura 2), a combustão da vela (actividade B, figura 3) e a dissolução do açúcar em água (actividade C, figura 4).

### ***Electrólise da água***

- 1 Montar um circuito como o representado na figura, ligando em série um voltâmetro, duas pilhas de 4,5 V e um interruptor.
- 2 Deitar água no voltâmetro até cobrir os eléctrodos
- 3 Inverter sobre os eléctrodos dois tubos de ensaio cheios de água e fechar o circuito. Observar
- 4 Deitar cuidadosamente na água cerca de 5cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico concentrado e fechar novamente o circuito. Observar.



**Observação:** forma-se bolhas gasosas junto aos eléctrodos, que fazem descer a água nos tubos de ensaio invertidos. O gás junto do eléctrodo negativo ocupa um volume duplo do que se forma junto do eléctrodo positivo.

**A passagem da corrente eléctrica decompõe a água em hidrogénio e oxigénio.**

*Electrólise*

Água ----- > Hidrogénio + Oxigénio

Figura 2.- Actividade A.

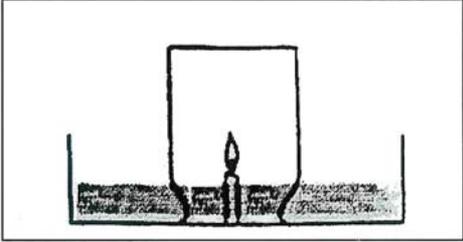
O critério que esteve na base da selecção das actividades tem a ver com o facto de em todas elas se estabelecer uma conclusão sem que tenham sido recolhidos os dados que constituem evidência da conclusão que é retirada. Assim, no caso da actividade A, para além da inexistência de um control, falta identificar, através dos tradicionais testes químicos, os gases resultantes da electrólise, ou seja o oxigénio (através do avivar do pavio em brasa) e o hidrogénio (através do estalido produzido aquando da aproximação de uma chama).

No caso da actividade B, falta medir a variação da concentração de oxigénio dentro do sistema, dado que seria imprescindível para se poder elaborar a conclusão apresentada, mas que, caso fosse obtido, mostraria apenas que, nas condições experimentais descritas, a concentração do oxigénio diminui para cerca de 14%.

### **Combustão da vela**

**MATERIAL**

- 1 proveta
- 1 tina
- 1 vela
- 300cm<sup>3</sup> de água
- corante
- fósforos
- esguicho



*Nota:* o volume de água deve variar conforme o tamanho da tina

**MODO DE PROCEDER**

Mede 300cm<sup>3</sup> 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 as combustões.*

Figura 3.- Actividade B.

No caso da actividade C, falta identificar o produto constituinte do resíduo sólido obtido, recorrendo às propriedades características do mesmo. Por outro lado, a falta de controlo faz com que não haja condições para concluir se esse resíduo tem a ver com o açúcar que foi adicionado à água, ou se,

qualquer água (sem adição de açúcar), ao ser aquecida, origina um resíduo semelhante ao obtido na actividade C.

**Dissolução do açúcar em água**

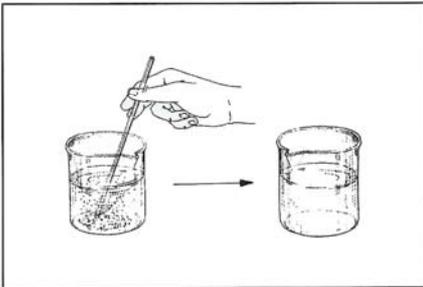
**Material**

|        |               |                |           |
|--------|---------------|----------------|-----------|
| Água   | Copo de vidro | Vareta         | Lamparina |
| Açúcar | Proveta       | Colher de sopa | Tripé     |

**Procedimento**

Parte 1:

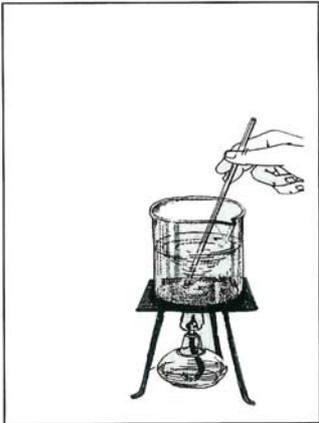
- 1 - Mede 50cm<sup>3</sup> de água e deita-os no copo.
- 2 - Junta uma colher rasa de açúcar e agita com a vareta.



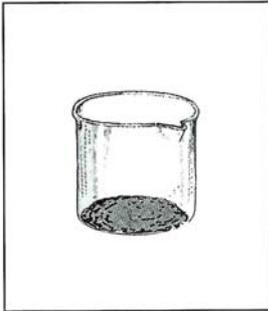
*Deixaste de ver o açúcar! O açúcar dissolveu-se na água.*

Parte 2:

- 3 - Aquece agora o copo com a solução, até que a água do copo acabe.



No copo ficou um resíduo.



*É o açúcar que tinhas adicionado à água!*

Figura 4.- Actividade C.

Neste trabalho partiu-se do princípio que a utilização de questões directas, centradas na consistência e na correcção das actividades laboratoriais descritas influenciaria os sujeitos na sua análise, impedindo o acesso das investigadoras à informação sobre a análise que,

espontaneamente e sozinhos, os estudantes fariam das mesmas. Para evitar esse problema, decidiu-se usar uma escala de tipo diferencial semântico (De Vellis, 1991), adaptada da escala usada por Lorson (1991), com cinco graus e dez pares de adjetivos, aleatoriamente ordenados, sendo cinco apresentados do pólo negativo para o positivo e os restantes cinco do pólo positivo para o negativo. Estes adjetivos estavam agrupados em torno de quatro aspectos: um dos pares de adjetivos tem a ver com a familiaridade dos alunos com a actividade, três centram-se na utilidade da actividade, outros três focam a qualidade da actividade e os restantes três estão associados à natureza da actividade. A primeira versão do questionário foi validada com dois especialistas em educação em ciências, tendo essa validação sugerido a necessidade de reformulações pontuais na escala, que, depois de efectuadas, conduziram à versão final utilizada na investigação (figura 5).

|               |   |   |   |   |   |                 |
|---------------|---|---|---|---|---|-----------------|
| Má            | — | — | — | — | — | Boa             |
| Vantajosa     | — | — | — | — | — | Prejudicial     |
| Desconhecida  | — | — | — | — | — | Familiar        |
| Útil          | — | — | — | — | — | Inútil          |
| Complicada    | — | — | — | — | — | Simple          |
| Compreensível | — | — | — | — | — | Incompreensível |
| Completa      | — | — | — | — | — | Incompleta      |
| Difícil       | — | — | — | — | — | Fácil           |
| Consistente   | — | — | — | — | — | Inconsistente   |
| Incorrecta    | — | — | — | — | — | Correcta        |

Figura 5.- Escala de Diferencial Semântico utilizada no questionário.

Aos participantes no estudo foi pedido que, individualmente e por escrito, se pronunciassem sobre cada actividade, usando a escala que acaba de ser descrita, e que justificassem a classificação efectuada. De seguida, foi-lhes pedido que, em grupos de três elementos, analisassem de novo as actividades e se pronunciassem sobre elas. Cada um deveria informar o grupo sobre a classificação que havia previamente atribuído a cada actividade, em cada item. Esta etapa pretendia constituir-se como uma forma de iniciar a participação individual e a interacção no grupo e de começar a envolver todos os membros na tarefa que havia sido atribuída ao grupo (Tanner, Chatman & Allen, 2003). Sabendo que o trabalho em grupo é compatível com a filosofia construtivista (Vermette & Foote, 2001) e partindo do princípio que o que os membros de um grupo "podem alcançar juntos é mais do que o que cada um pode fazer sozinho" (Sapon-Shevin & Schniedewind, 1992, p. 24), esperava-se que em grupo houvesse uma análise mais aprofundada das actividades laboratoriais em causa, suscitada por eventuais diferentes opiniões individuais. Tendo-se constatado que assim não foi (como adiante se demonstrará e discutirá), elaborou-se uma segunda parte do questionário em que, sobre as mesmas actividades, foram colocadas questões directamente centradas na possibilidade de as conclusões apresentadas serem retiradas por alunos do Ensino Básico. Esta segunda parte foi respondida individualmente e por escrito.

No que respeita à primeira parte do questionário, a análise dos dados recolhidos através da escala de diferencial semântico foi efectuada calculando a média e o desvio padrão por aspecto, depois de inverter a

escala, de modo a que ao pólo negativo correspondesse sempre a pontuação mais baixa (zero pontos) e ao pólo positivo a pontuação mais elevada (quatro pontos). Para efeitos de interpretação dos resultados assim obtidos considerou-se que; pontuações médias inferiores a 1.50 corresponderiam a uma baixa presença do aspecto; pontuações médias superiores a 2.50 corresponderiam a uma alta presença do aspecto; e que pontuações compreendidas entre 1.5 e 2.5 (limites incluídos) corresponderiam a uma moderada presença do aspecto. As justificações apresentadas pelos estudantes foram submetidas a uma análise qualitativa de conteúdo, de modo a identificar as razões que subjaziam às opiniões que manifestaram através da escala de diferencial semântico. No caso da segunda parte do questionário, foram calculadas as frequências e as percentagens de sujeitos que consideraram a actividade correcta ou incorrecta e analisadas qualitativamente as justificações apresentadas.

### Apresentação e discussão dos resultados

*Análise individual e grupal das actividades, com base numa escala de diferencial semântico*

Na tabela 1 apresentam-se a média e o desvio padrão obtidos em cada um dos aspectos, por cada uma das três actividades consideradas neste trabalho. Constata-se que, individualmente, os participantes no estudo consideram estar muito familiarizados com as actividades B e C (médias de 2.81 e 2.94, respectivamente) e apenas moderadamente familiarizados com a actividade A (média de 2.29). A análise do desvio padrão sugere que no caso da actividade B há menor dispersão das opiniões dos participantes do que no caso das outras duas actividades.

| Dimensão      | Pólo negativo                              | Actividade | Análise | Média | Desvio Padrão | Pólo positivo                        |
|---------------|--|------------|---------|-------|---------------|--------------------------------------|
| Familiaridade | <i>Desconhecida</i>                        | A          | I       | 2.29  | 1.077         | <i>Familiar</i>                      |
|               |  |            | G       | 2.56  | 1.740         |                                      |
|               |  | B          | I       | 2.81  | 0.946         |                                      |
|               |  |            | G       | 3.50  | 0.527         |                                      |
|               |  | C          | I       | 2.94  | 1.211         |                                      |
|               |  |            | G       | 3.67  | 0.707         |                                      |
| Utilidade     | <i>Má Prejudicial Inútil</i>               | A          | I       | 2.77  | 0.526         | <i>Boa Vantajosa Útil</i>            |
|               |  |            | G       | 3.06  | 0.562         |                                      |
|               |  | B          | I       | 3.04  | 0.485         |                                      |
|               |  |            | G       | 3.43  | 0.417         |                                      |
|               |  | C          | I       | 3.06  | 0.696         |                                      |
|               |  |            | G       | 3.29  | 0.754         |                                      |
| Qualidade     | <i>Incompleta Inconsistente Incorrecta</i> | A          | I       | 2.50  | 0.493         | <i>Completa Consistente Correcta</i> |
|               |  |            | G       | 2.63  | 0.473         |                                      |
|               |  | B          | I       | 2.79  | 0.328         |                                      |
|               |  |            | G       | 2.63  | 0.841         |                                      |
|               |  | C          | I       | 2.84  | 0.617         |                                      |
|               |  |            | G       | 3.07  | 0.722         |                                      |
| Natureza      | <i>Complicada Incompreensível Difícil</i>  | A          | I       | 2.17  | 0.811         | <i>Simples Compreensível Fácil</i>   |
|               |  |            | G       | 1.43  | 0.709         |                                      |
|               |  | B          | I       | 3.03  | 0.408         |                                      |
|               |  |            | G       | 3.54  | 0.417         |                                      |
|               |  | C          | I       | 3.32  | 0.554         |                                      |
|               |  |            | G       | 3.52  | 0.444         |                                      |

Tabela 1.- Média e desvio padrão por dimensão e actividade (I=Média resultante da análise individual; G= Média resultante da análise em grupo; NI= 31; NG= 10).

Quando analisadas individualmente pelos participantes no estudo, todas as actividades foram consideradas como tendo alta utilidade e qualidade. Em qualquer dos casos, os valores dos desvios padrão são próximos, o que aponta para uma dispersão semelhante de opiniões dos sujeitos relativamente às três actividades. No que respeita à natureza das actividades, a actividade A obteve uma classificação média (2.17), que se situa no âmbito do intervalo moderado da dimensão, tendo sido considerada como um pouco complicada, incompreensível e difícil. Por seu lado, as actividades B e C obtiveram médias coincidentes com o intervalo correspondente à forte presença da dimensão (3.03 e 3.32, respectivamente), o que significa que foram consideradas como simples, compreensíveis e fáceis. Os valores do desvio padrão sugerem uma maior dispersão de opiniões no caso da actividade A, facto que poderá estar relacionado com a menor familiaridade dos participantes com a mesma actividade.

Analisando os valores correspondentes às pontuações atribuídas pelos grupos (G) e comparando-os com as classificações atribuídas individualmente, verifica-se que todas as actividades, à excepção da actividade A, no que diz respeito à dimensão natureza, e à actividade B, no que diz respeito à dimensão qualidade, obtiveram uma classificação superior. Note-se que o desvio padrão obtido para a actividade A na dimensão familiaridade é muito elevado, sugerindo uma alta dispersão dos resultados, o que revela uma grande diferença de familiaridade dos grupos com essa actividade. Parece, portanto, que a discussão em grupo tornou mais positivas as ideias individuais, e tornou mais negativa a classificação moderada atribuída individualmente à actividade A, na dimensão natureza. Note-se que apenas um sujeito tinha mencionado, aquando da análise individual, a falta de identificação, através de testes químicos, dos gases resultantes da electrólise. Esta posição individual persistiu no grupo em que esteve integrado, fazendo com que o respectivo grupo fosse o único a mencionar também essa falta. Por outro lado, a diminuição, embora pequena, da média da actividade B na dimensão qualidade, quando se passa da análise individual para a análise em grupo, poderá estar associado ao facto de os sujeitos sentirem dificuldade em compreender alguns pormenores técnicos e/ou teóricos a ela associados. Apresentam-se de seguida alguns extractos de respostas que ilustram esta ideia:

*"... no entanto, não se compreende da melhor forma o porquê do uso de corante" (E15)*

*"...não é correcta, porque a água não sobe, porque não consegue passar pelo vidro de frasco" (E30)*

*"...não é muito clara a explicação para a subida da água" (G2)*

*"...a segunda questão colocada não nos parece muito clara" (G7)*

As razões apresentadas pelos participantes no estudo, quer individualmente quer em grupo, para justificarem as classificações atribuídas às três actividades centram-se em torno de dois aspectos principais: a execução e a compreensão da actividade. No primeiro caso, e especialmente para as actividades B e C, avançam razões que apontam

para a facilidade de execução e para a simplicidade dos respectivos procedimentos laboratoriais. Apresentam-se, de seguida, alguns extractos de respostas dos estudantes que suportam esta afirmação:

*"a actividade B é vantajosa, pois não requer muito material, sendo de fácil execução" (E4)*

*"a actividade B acho que é uma experiência simples, com utilidade,..." (E25)*

*"a B é boa, porque é uma experiência fácil de realizar" (E9)*

*"[a actividade B] é boa, porque é uma experiência fácil de realizar" (G4)*

*"[a actividade B] é uma experiência de muito fácil execução" (G7)*

*"[a actividade C] ] é uma experiência de muito fácil execução" (G1)*

A fácil compreensão das actividades foi a outra principal razão justificativa da elevada classificação atribuída às três actividades, e que foi apontada por uma grande maioria dos indivíduos e dos grupos. Ilustra-se esta razão com alguns exemplos de respostas dadas ao questionário, quer individualmente quer em grupo:

*"[a actividade A] é agradável para os alunos,...pois é facilmente compreendida pelos alunos" (E10)*

*"[a actividade B] torna-se mais fácil de os alunos compreenderem,... pois eles compreendem facilmente que a vela apagou-se porque faltava oxigénio." (E28)*

*"[a actividade C] permite aos alunos ver algo que em teoria não é muito simples. Mostra que a Química não é um bicho de 7 cabeças..." (E6)*

*"[a actividade B] é de muito fácil compreensão" (G1)*

*"[a actividade C] é fácil de compreender para qualquer nível de ensino..." (G5)*

A análise global destes dados permite concluir, em primeiro lugar, com excepção de um e apenas para uma das actividades (B), que os participantes no estudo não conseguiram identificar os problemas associados aos protocolos apresentados. Uma hipótese possível para explicar este facto pode ter a ver com a moderada ou alta familiaridade que eles próprios afirmaram ter com as actividades, a qual os pode ter conduzido a uma leitura superficial das mesmas. Esse eventual posicionamento pode também ter sido influenciado pelo facto de, em alguns manuais escolares portugueses (Leite, 2002; Leite & Figueiroa, 2002), e como anteriormente já referimos, actividades com os objectivos das utilizadas neste trabalho serem apresentadas com problemas semelhantes aos aqui intencionalmente considerados. Se os participantes neste estudo estão familiarizados com estas actividades através de protocolos que apresentam esse tipo de problemas, então é possível que eles tenham dificuldades em aperceber-se das inconsistências e falhas que eles comportam. Esperava-se que o trabalho em grupo pudesse promover a tomada de consciência dos problemas associados aos protocolos em causa, conduzindo a uma análise mais aprofundada dos mesmos e à identificação dos problemas que comportam. Contudo, tal não aconteceu, excepto para um dos grupos e uma das actividades. A explicação deste resultado surpreendente pode residir no facto de, tal como sugerem os dados obtidos na fase de trabalho individual, os grupos serem muito homogéneos, no que respeita a conhecimentos e opiniões sobre os assuntos em causa. A não existência de diversidade de opiniões entre os seus membros pode ter

levado a que os grupos criados não tenham tido necessidade de se constituir em verdadeiros "grupos de analistas" (Vermette & Foote, 2001).

*Análise individual das actividades, com base em questões directas*

A tabela 2 apresenta os resultados da análise da opinião, bem como das respectivas justificações, avançadas pelos participantes no estudo acerca da possibilidade de os alunos do 3º ciclo do Ensino Básico serem capazes, ou não, de retirar a conclusão apresentada nos três protocolos em causa neste trabalho.

| Actividade | %   |                                       | Razões apresentadas                         | %   |
|------------|-----|---------------------------------------|---|-----|
|            | Sim | Não                                   |   |     |
| A          | Sim | 23                                    | r já possuem conhecimentos suficientes      | 86  |
|            |     |                                       | r trata-se de uma experiência simples/fácil | 14  |
|            | Não | 77                                    | r não possuem conhecimentos suficientes     | 54  |
|            |     |                                       | r trata-se de uma experiência complicada    | 54  |
|            |     | r não identificam os gases libertados | 18  |     |
| B          | Sim | 97                                    | r já possuem conhecimentos suficientes      | 73  |
|            |     |                                       | r trata-se de uma experiência simples/fácil | 17  |
|            |     |                                       | r trata-se de uma experiência familiar      | 20  |
|            | Não | 3                                     | r não identificam qual o gás que se consome | 100 |
| C          | Sim | 97                                    | r já possuem conhecimentos suficientes      | 53  |
|            |     |                                       | r trata-se de uma experiência simples/fácil | 47  |
|            |     |                                       | r trata-se de uma experiência familiar      | 43  |
|            | Não | 3                                     | r não justifica                             | 100 |

Tabela 2.- Opiniões sobre a possibilidade de alunos do 3º ciclo alcançarem as conclusões descritas nos protocolos (N=31)

Verifica-se que enquanto que a quase totalidade dos participantes acredita que os alunos seriam capazes de alcançar a conclusão apresentada para as actividades B e C, a maioria não acredita que fossem capazes de atingir a conclusão apresentada para a actividade A. De realçar que a principal razão, quer para o primeiro caso quer para o segundo, centra-se nos conhecimentos que os sujeitos pensam que os alunos já possuiriam. No primeiro caso (actividades B e C), consideram que os alunos disporiam já de conhecimentos suficientes para poderem chegar às conclusões em causa. No segundo caso (actividade A) consideram que o mesmo não se verificaria. Para além disso, a maioria dos participantes no estudo afirmou também que a actividade A é complicada, subentendendo-se que essa característica dificultaria o trabalho cognitivo dos alunos com vista à elaboração da conclusão pretendida.

Seguidamente, pediu-se aos sujeitos que afirmaram que os alunos de 3º ciclo não seriam capazes de retirar as conclusões descritas nos protocolos das actividades A, B e C (77%; 3%; e 3%, respectivamente) que apresentassem sugestões de alteração dos mesmos, de modo a que os alunos passassem a poder retirar as conclusões em causa, nas três actividades. Os resultados obtidos encontram-se na tabela 3.

| Actividade | Sugestões  | %   |
|------------|--|-----|
| A (n=24)   | r leccionar anteriormente o conceito de electrólise                            | 71  |
|            | r fazer outro tipo de experiência mais simples                                 | 21  |
|            | r realizar um teste de identificação dos gases                                 | 8   |
| B (n=1)    | r utilizar um sensor de O <sub>2</sub> para medir a quantidade consumida deste | 100 |
| C (n=1)    | r não responde   | 100 |

Tabela 3.- Sugestões apresentadas para que as conclusões fossem alcançadas.

A proposta mais frequente tem a ver com ensinar o conteúdo científico correspondente antes de entrar na actividade. Note-se que esta proposta é consistente com o modo como as actividades laboratoriais de Física são predominantemente apresentadas na universidade, modo esse que os estudantes universitários criticam negativamente (Oliveira 2001). Note-se o reduzido número de sujeitos que propôs a realização de testes de identificação de gases na Actividade A (electrólise da água) e ainda o facto de o sujeito que considerou que os alunos não alcançariam a conclusão proposta para a Actividade B (combustão da vela) sugerir, correctamente, a utilização de um sensor de oxigénio para medir a variação da concentração deste gás no sistema fechado.

Aos participantes no estudo que consideraram que os alunos do 3º ciclo seriam capazes de retirar as conclusões apresentadas nos protocolos das actividades A, B e C (23%, 97% e 97%, respectivamente), perguntou-se se os alunos do 2º ciclo conseguiriam alcançar as conclusões apresentadas nos protocolos. Na tabela 4 sintetizam-se as opiniões e justificações apresentadas sobre esta questão.

| Actividade  | %   |     | Razões apresentadas  | %        |
|-------------|-----|-----|--|----------|
|             | Sim | Não |  |          |
| A<br>(n=7)  | Sim | 0   |  |          |
|             | Não | 100 | r não possuem conhecimentos suficientes<br>r não justifica | 86<br>14 |
| B<br>(n=30) | Sim | 20  | r a experiência é familiar                                 | 50       |
|             |     |     | r já possuem conhecimentos suficientes                     | 3        |
|             |     |     | r a experiência é simples/fácil                            | 33       |
|             | Não | 80  | r não possuem conhecimentos suficientes<br>r não justifica | 83<br>17 |
| C<br>(n=30) | Sim | 63  | r já possuem conhecimentos suficientes                     | 37       |
|             |     |     | r a experiência é simples/fácil                            | 32       |
|             |     |     | r a experiência é familiar                                 | 26       |
|             |     |     | r não justifica  | 21       |
|             | Não | 37  | r não possuem conhecimentos suficientes<br>r não justifica | 82<br>18 |

Tabela 4.- Opiniões sobre a possibilidade de alunos do 2º ciclo alcançarem as conclusões descritas nos protocolos.

No caso da actividade A, os sete sujeitos que consideravam possível os alunos do 3º ciclo alcançarem as conclusões pretendidas, consideram agora que isso não seria possível se estiverem em causa alunos de 2º ciclo. Note-se que apesar de no 5º ano de escolaridade ser abordado o tema "A importância da água para os seres vivos", a actividade A não tem sido incluída nos manuais escolares desse ano de escolaridade. O mesmo não se

passa nos outros dois casos, tendo as actividades B e C, neste ou em outros formatos, sido incluídas em manuais escolares daquele ano de escolaridade (Figueiroa, 2001). Contudo, os participantes no estudo parecem considerar mais adequada, para alunos de 2º ciclo, a actividade C (dissolução do açúcar em água) do que a actividade B (combustão da vela). Por outro lado, é interessante notar que, de novo, as razões que conduzem a estas opiniões têm a ver com o facto de considerarem que os alunos de 2º ciclo teriam já conhecimentos prévios suficientes. Este posicionamento pode ter a ver com a concepção identificada em grupos de futuros professores (Afonso & Leite, 2000), em situação académica semelhante à dos que participam neste estudo, e que consiste em acreditar que as actividades laboratoriais devem surgir após a "apresentação" da teoria correspondente, com a finalidade de confirmar esta.

Embora as questões colocadas através da segunda parte do questionário incidam na eventual *performance* de alunos do Ensino Básico, uma resposta fundamentada exigia uma análise da consistência entre o procedimento laboratorial e a(s) conclusão(ões) apresentada(s). Os resultados obtidos revelam grandes dificuldades dos sujeitos em fazer tal análise, pois não foram reconhecidos os problemas associados aos protocolos apresentados e que impedem, quem se limita a segui-los, de chegar às conclusões que eles próprios apresentam.

### **Conclusões e implicações**

Os resultados deste trabalho indicam que os estudantes universitários que participaram nesta investigação apresentam dificuldades em identificar as inconsistências e incorrecções de actividades laboratoriais do âmbito da Química, que são frequentemente utilizadas no Ensino Básico, e que eles irão, provavelmente a curto prazo, usar para ensinar Ciências Físico-Químicas aos seus futuros alunos dos três últimos anos daquele nível de ensino (12-15anos). Sendo difícil aceitar que estes estudantes universitários não dominem os conteúdos científicos envolvidos nas actividades em questão, as explicações que se afiguram mais razoáveis têm a ver com a familiaridade dos sujeitos com as actividades em causa, com hábitos que poderão ter adquirido e que os levam a aceitar acriticamente os protocolos laboratoriais que lhes são apresentados e/ou com o facto de não estarem familiarizados com tarefas centradas na análise crítica. Qualquer que seja a explicação, ou a combinação das explicações, que justifica os resultados obtidos, parece poder concluir-se que o que está em causa é a capacidade crítica deste grupo de futuros professores.

Sendo inquestionável a importância de tal capacidade para qualquer cidadão, ela será mormente importante para os professores que, dando cumprimento ao Currículo Nacional do Ensino Básico, a deverão desenvolver nos alunos. Nos cursos de formação inicial de professores, o seu desenvolvimento em associação com actividades laboratoriais pode e deve ocorrer quer no âmbito de disciplinas científicas quer em disciplinas de Didáctica /Metodologias de Ensino. No primeiro caso, seria de esperar que a ênfase fosse colocada nos aspectos científicos e técnicos das actividades e na relação entre eles. No segundo caso, deveriam ser, também, considerados aspectos relacionados não só com condições de utilização das

actividades laboratoriais mas também com a eventual adaptação a diferentes níveis de escolaridade. Contribuir-se-ia, assim, para desenvolver nos alunos o conhecimento pedagógico do conteúdo (Shullman, 1986), uma componente chave do conhecimento profissional dos professores (Halim & Meerah, 2002). No entanto, e dado que há apenas um ano lectivo para promover, em qualquer dos contextos, o desenvolvimento de tais capacidades, parece importante que elas continuem a merecer atenção especial no ano de estágio.

Os resultados desta investigação sugerem um segundo aspecto que merece ser contemplado na formação destes futuros professores. Esse aspecto tem a ver com as concepções que eles parecem apresentar acerca das funções das actividades laboratoriais e do modo como devem ser integradas numa sequência de ensino. Sendo certo que, por um lado, as actividades laboratoriais podem ser utilizadas com diversas finalidades (Hodson, 1994; Wellington, 1998) e que, por outro lado, ainda não tinha sido facultada formação nesta problemática a estes estudantes universitários, será pertinente abordar ainda tais assuntos, de modo a contribuir para uma utilização, devidamente fundamentada, das actividades laboratoriais no ensino das ciências.

Finalmente, refira-se que o facto de os participantes no estudo não sentirem a falta de evidências nas actividades que lhes foram apresentadas sugere a necessidade de envolver estes estudantes quer em situações que exijam o desenho de actividades laboratoriais que permitam a recolha de dados que constituam evidências de uma dada ideia quer na análise de dados com vista à elaboração de conclusões previamente desconhecidas deles. Esta é, também, uma condição necessária para garantir nos futuros alunos destes futuros professores o desenvolvimento da capacidade de utilizar evidências na construção de argumentos e na elaboração de conclusões, dentro e fora da sala de aula, e de contribuir para a implementação das orientações curriculares para o Ensino Básico.

### **Referências**

Afonso, A. & Leite, L. (2000). Concepções de futuros professores de Ciências Físico-Químicas sobre a utilização de actividades laboratoriais. *Revista Portuguesa de Educação*, 13(1), 185-208.

Afonso, D. (2000). *A Componente Laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.

Ball, J. (1999). *Evidence, theory and student voice: Interactional relationships in cooperative and traditional Chemistry lab structures*. Comunicação apresentada na conferência anual da Association for Research in Science Teaching, Boston.

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.

De Vellis, R. (1991). *Scale development*. Londres: Sage.

DEB (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências essenciais*. Lisboa: ME.

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.

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

Gunstone, R. & Champagne, A. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. In Hegarty-Hazel, E. (Ed.). *The student laboratory and the science curriculum*. Londres: Routledge, 159-182.

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

Halim, L. & Meerah, S. (2002). Science trainee teachers' pedagogical content knowledge and its influence on Physics teaching. *Research in Science & Technology Education*, 20(2), 215-225.

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

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). Science fiction: The continuing misrepresentation of science in the school curriculum. *Curriculum Studies*, 6(2), 191-216.

Kolstø, S. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85 (3), 291-310.

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. & 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 Escartín, 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. & Figueiroa, A. (2004a). A explicação da combustão da vela: Um estudo com manuais escolares e com alunos do ensino básico. In Díaz Palácios, P. et al. (Orgs.). *XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergência Europea*. San Sebastian: UPV, 187-

193.

Leite, L & Figueiroa, A. (2004b) Las actividades laboratoriales y la explicación científica. *Alambique*, 39, 20-30.

Leite, L. (2002). A inter-relação dados-evidências-conclusões: Um estudo com actividades laboratoriais incluídas em manuais escolares. *In Proceedings of the II Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias"* (CD-rom), Havana.

Lorson, M. (1991). *A comparison of microcomputerbased laboratories and traditional laboratory methods in the high school chemistry laboratory*. Tese de doutoramento (não publicada), The Ohio State University.

McMillan, J. & Schumacher, S. (2001). *Research in education: A conceptual introduction*. Nova Iorque: Harper Collins

Millar, R. (1995). Science education and public understanding of science. *In Hull, R. (Ed.). ASE science teachers' handbook – secondary*. Cheltenham: Stanley thornes, 357-374.

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.

Ohlsson, S. (1992). The cognitive skill of theory articulation: A neglected aspect of science education?. *Science & Education*, 1, 182-192.

Oliveira, A. (2001). *Trabalho Laboratorial no Ensino da Física: Formação e desempenho de futuros professores*. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade do Minho.

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.

Sapon-Shevin, M. & Schniedewind, N. (1992). If cooperative learning's the answer, what are the questions?. *Journal of Education*, 174(2), 11-37.

Shulman, L. (1986). Those who understand. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

Tanner, K., Chatman, L. & Allen, D. (2003). Approaches to cell biology teaching: Cooperative learning in the science classroom – Beyond students working in groups. *Cell Biology Education*, 2, 1-5.

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

Tytler, R., Duggan, S. & Gott, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education*, 23 (8), 815-832.

Vermette, P. & Foote, C. (2001). Constructivist philosophy and cooperative learning practice: Toward integration and reconciliation in secondary school. *American Secondary Education*, 30(1), 26-37.

Villani, C. & Nascimento, S. (2003). A argumentação e o ensino de ciências: Uma actividade experimental no laboratório didáctico de Física do Ensino médio. *Investigações em ensino de Ciências*, 8 (3), 1-24.

Wellington, J. (1998). Practical work in science: Time for a reappraisal. In Wellington, J. (Ed.). *Practical work in school science: Which way now?*. Londres: Routledge, 3-15.