

**REPENSANDO O PAPEL DO TRABALHO EXPERIMENTAL, NA
APRENDIZAGEM DA FÍSICA, EM SALA DE AULA – UM ESTUDO
EXPLORATÓRIO**

**(Laboratory activities and physics learning at high school: an exploratory study in
portuguese settings)**

“Só quando o próprio aluno tiver realizado uma experiência, feito as suas observações, e avançado conclusões sem saber a resposta de antemão, será capaz de perceber o que é a ciência”.

Helen Pilstrom (1991)

Margarida Saraiva-Neves

Escola Secundária de Fonseca Benevides, Lisboa, Portugal

Concesa Caballero [concesa@ubu.es]

Departamento de Didácticas Específicas, Faculdade de Humanidades e Educação,
Universidade de Burgos

Marco Antonio Moreira [moreira@if.ufrgs.br]

Instituto de Física, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Resumo

Apresentam-se os resultados de um estudo exploratório integrado numa investigação mais ampla que visa a promoção de Aprendizagem Significativa na área da Física, centrada em Trabalho Experimental, com recurso a instrumentos metacognitivos. Com o presente estudo procurou fazer-se um levantamento de situações promotoras de aprendizagem em sala de aula, no domínio da Física, baseadas em Trabalhos Experimentais, em quatro escolas portuguesas, da área da Grande Lisboa. Para fazer uma recolha de opiniões aplicaram-se questionários a alunos do Ensino Secundário e respectivos professores e entrevistaram-se dois docentes e cinco alunos. Com base nas respostas dadas, pode afirmar-se que, nas escolas pesquisadas, o Trabalho Experimental realizado em sala de aula tem uma frequência pequena e assume, quase sempre, a forma de demonstração feita pelo docente, para toda a turma. Professores e alunos, reconhecem as potencialidades do Trabalho Experimental, na promoção de aprendizagem. As situações em que os alunos se limitam a seguir instruções ou a observar a experiência realizada pelo professor são as que menos contribuem para a aprendizagem. Quer docentes quer alunos reconhecem ser essencial que estes disponham de uma boa fundamentação teórica que suporte a compreensão do Trabalho Experimental. Apesar dos professores apontarem vários problemas que, do seu ponto de vista, afecta a promoção de aprendizagem centrada em Trabalho Experimental, registam-se poucas referências a estratégias e metodologias, como o recurso a computadores para aquisição e tratamento de dados ou a propostas de tarefas com questões abertas, que a investigação em Educação em Ciências tem referenciado como potenciadoras de aprendizagem.

Palavras-chave: Trabalho Experimental, Ensino Secundário, Física, aprendizagem

Abstract

In this paper we present findings of an exploratory study, included in a wider investigation which intends to promote meaningful learning of physics concepts, based on

experimental work and supported by metacognition tools. The aim of this research was to recognize promoting learning situations in Physics lab. Interviews and questionnaires were applied to teachers and students from four Lisbon high schools. Results show that lab work in physics has a low frequency and, generally, has a demonstration format. Both teachers and students recognize potentialities of lab work to promote learning. Learning is poor when students just observe and/or accomplish commands. Both teachers and students consider the relation theory/experimentation and students doing themselves as fundamental to achieve better learning. In addition to pointing out several problems concerning lab work, teachers envisage it in a very traditional way. So, innovative strategies and methodologies, such as computer use and open-ended problems, pointed by research in science investigation as promoting learning, are left aside.

Keywords: Experimental work, high school, physics, learning

Introdução

O processo de Revisão Curricular do Ensino Secundário que o Ministério da Educação iniciou em Portugal em 1997, tendo como preocupação central a qualidade do ensino e da aprendizagem, deu particular ênfase ao ensino experimental, anunciando, em Julho de 1998, e uma das medidas referentes ao Ensino Secundário salienta ser essencial a “reorganização dos cursos gerais do ensino secundário, favorecendo a integração das dimensões teóricas e práticas e dando a devida relevância ao **ensino de natureza experimental**” (Ministério da Educação, 2000, p. 15).

Neste estudo vamos utilizar a designação Trabalho Experimental (TE) com o sentido proposto por Hegarty-Hazel, citada por Lazarowitz e Tamir (1994, p. 94): “é a actividade desenvolvida num ambiente criado para esse fim, envolvendo-se os alunos em experiências de aprendizagem planeadas, interagindo com materiais para observar e compreender fenómenos”.

O TE tem uma reconhecida importância na aprendizagem das ciências, largamente aceite entre a comunidade científica e pelos professores como metodologia de ensino, com resultados comprovados em muitas investigações. Contudo, nem sempre o recurso a TE se traduz por melhor aprendizagem pelo que, alguns autores, defendem a necessidade da sua reconceptualização à luz de uma perspectiva construtivista social da natureza da ciência e da aprendizagem (Hodson, 1996; Dolin, 2003). Assim, é pertinente repensar o seu papel na educação em ciências e procurar formas de concretizar em aprendizagem significativa as suas potencialidades. O objectivo deste trabalho foi o de fazer um levantamento do tipo de TE que é, geralmente, implementado em sala de aula, em algumas escolas portuguesas, bem como de situações que se reconhece terem sido frutuosas em termos de favorecer aprendizagem e de casos em que o contributo para a aprendizagem foi pobre. Neste último caso, procurou-se que os inquiridos apontassem caminhos que, em sua opinião, tornassem o TE mais eficaz na promoção da aprendizagem. Os resultados deste estudo exploratório serviram de base para o planeamento da fase seguinte da investigação cuja grande finalidade consistia na procura de estratégias facilitadoras de Aprendizagem Significativa, centrada em TE, no domínio da Física.

Fundamentação teórica

A crescente desmotivação dos alunos pela aprendizagem das ciências, com reflexos no respectivo aproveitamento, tem sido constatada em vários países, e em Portugal é um facto preocupante para o qual urge encontrar soluções.

Nos últimos anos, a investigação em educação tem produzido frutos acerca da natureza e do processo de criação do conhecimento e sobre a forma como as pessoas aprendem. Reflectir sobre a construção e natureza do conhecimento bem como procurar modelos para a forma como as pessoas aprendem pode levar ao questionamento de métodos e finalidades, à planificação e orientação de pesquisas que originem novos conhecimentos que eventualmente robusteçam a teoria. Assim, após uma reflexão acerca da evolução do papel do TE que parece ser privilegiado para a aprendizagem em ciências, apresentam-se alguns contributos no domínio da psicologia (nomeadamente da Teoria da Aprendizagem Significativa, a qual, de acordo com vários estudos, é um modelo promissor de aprendizagem), da epistemologia e da didáctica, focando o TE.

De acordo com especialistas da área, o papel do TE apresenta desfasamentos em termos cronológicos, em termos de país de origem, em relação às variáveis a investigar e à definição de termos utilizados. Em linhas gerais, a nível internacional, é possível identificar três períodos: até ao início do século XX, o TE estava numa fase introdutória no ensino das ciências; até meados do século regista-se uma exploração de ideias para protocolos experimentais e seu aperfeiçoamento; a partir dos anos sessenta regista-se o desenvolvimento e implementação de projectos curriculares como o PSSC e Nuffield. No final do século XIX, século, autores como Comenius, Locke, Pestalozzi, Huxley, Spencer, Rice e Eliot, defenderam a importância do estudo de tópicos científicos, com base no contacto directo com o mundo (Bybee e DeBoer, 1994). Deste modo, o laboratório adquiriu uma posição de destaque no ensino das ciências. Na primeira metade do século XX, Dewey (1944) considerava que os métodos científicos eram pelo menos tão importantes quanto os próprios conhecimentos científicos, defendendo uma abordagem experimental para o ensino das ciências. Com o evoluir dos tempos e as alterações sociais, regista-se uma dança na ênfase atribuída aos objectivos do ensino das ciências, mas o recurso ao laboratório continua a ter numerosos defensores. Actualmente, o recurso ao laboratório está a ter um lugar cada vez de maior destaque no currículo, em países como a Grã-Bretanha e os EUA, com propensão a tornar-se no centro do processo educativo (Tamir, 1991).

Em Portugal, até ao início dos anos setenta, a disciplina de Ciências Físico-Químicas, componente do curso científico do Ensino Secundário (além de algumas raras demonstrações que os professores faziam acompanhando as aulas expositivas) dispunha de espaço e tempo próprios (2 horas semanais, em laboratório específico) para a realização de experiências. Apesar do seu cariz rotineiro e com pouca ligação aos assuntos abordados nas aulas teóricas, essas experiências permitiam aos alunos o contacto com reagentes, equipamentos e técnicas e a aquisição de algum rigor científico na obtenção de resultados. Mas até essa fraca componente se perdeu, e por cerca de vinte anos o ensino da Física e da Química restringiu-se, na maior parte dos casos, a aulas expositivas de quadro e giz, tendo como único auxiliar o livro de texto e como estratégia de aprendizagem a resolução, até à exaustão, de exercícios numéricos.

Com a Reforma Educativa Portuguesa, iniciada em 1986, o TE recupera parte do seu protagonismo pois toda a documentação realça a sua importância como facilitador de aprendizagem. São consideradas como subjacentes ao modelo curricular da Reforma as

teorias psicopedagógicas de Piaget, Bruner, Ausubel e Witkin (Guia da Reforma Curricular - Documentos de Trabalho, 1992, p. 101).

Na verdade, o estudo da psicologia evolutiva de Piaget (1969) evidencia bem a necessidade de concretizar o ensino, dando-lhe um cunho essencialmente experimental, embora sempre associado à argumentação teórica. Na mesma linha, também Bruner (1973) reconhece que a aprendizagem se deve basear na experimentação, recomendando o recurso a todo o tipo de material didático e a utilização frequente do laboratório, numa perspectiva de exploração de alternativas ou, por outras palavras, de aprendizagem por descoberta dirigida. Segundo Piaget (1969, p.45), "se pretendemos formar indivíduos criativos e capazes de fazer progredir a sociedade de amanhã, é evidente que uma educação baseada na descoberta activa da verdade é superior a uma educação que se limita a transmitir verdades e conhecimentos acabados". Esta posição reflecte-se nos documentos da Reforma em que se dá ênfase a uma aprendizagem que envolva o Pensamento Criativo e a reflexão crítica a partir da experiência, enfatizando-se os processos.

A teoria desenvolvida por Ausubel (Ausubel, Novak e Hanesian, 1978), insere-se na Psicologia Cognitiva, numa linha construtivista e tem como ideia central a Aprendizagem Significativa, processo pelo qual uma "nova informação se relaciona, de maneira não arbitrária e não literal, com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo" (Moreira e Buchweitz, 1993, p. 19). É, pois, um processo que envolve interacção entre a nova informação e uma estrutura de conhecimento específica que Ausubel designou de *subsunçor* (ou subsumidor), verdadeira âncora para a nova aprendizagem. Segundo Ausubel, o grande objectivo da educação formal é a organização da informação para os alunos, a exposição de ideias de forma clara e precisa e a facilitação da sua aquisição de forma significativa. Assim, propiciar-se-ia o surgimento de significados que possam ser retidos por longos períodos de tempo como um conjunto de conhecimentos organizado. Apesar de defensor do ensino receptivo, reconhece vantagens no ensino por descoberta, apontando alguns aspectos positivos para o recurso ao laboratório desde que este não seja utilizado de forma rotineira e redutora, admitindo que o TE tem potencialidades, proporcionando aos alunos oportunidade de se relacionarem com os processos científicos. A teoria de Ausubel, acentuadamente cognitivista, foi alargada pelos seus seguidores que lhe deram um cunho humanista. Novak (2000, p. 28/29) desenvolveu uma *Teoria da Educação* segundo a qual, da interacção e da interdependência entre 5 elementos (professor, aluno, conhecimento, contexto e avaliação) pode haver Aprendizagem Significativa como resultado de uma negociação e partilha de significados, estando subjacente à integração construtiva do Pensamento, Sentimento e Acção (Novak 2000^a, p. 13). Segundo este autor (2000^b), nos primeiros anos de vida, a criança aprende conceitos embebidos em determinados contextos, sendo altamente significativos. Mais tarde, pelo contrário, muita da aprendizagem escolar corresponde a uma aprendizagem de definições conceptuais desgarradas ou de enunciados de princípios sem se propiciar oportunidades de observar acontecimentos ou objectos relevantes, e sem que se faça uma integração cuidadosa do significado do novo conceito ou da nova proposição na estrutura cognitiva já existente. Esta aquisição arbitrária de conhecimento é encorajada por práticas de avaliação redutoras bem como por estratégias instrucionais em que os professores valorizam respostas rápidas a questões que têm pouca ou nenhuma relação com experiências com objectos ou acontecimentos pertinentes. Na mesma linha, Gowin desenvolveu um modelo triádico o qual envolve o professor, os materiais educativos e o aluno, considerando o processo ensino-aprendizagem como uma partilha de significados entre alunos e professor, relativos aos conteúdos e considera que o objectivo do processo ensino/aprendizagem é atingido quando se alcança essa partilha de significados (Gowin (1981, pg. 81). Esta postura é semelhante à de Vygotsky, mas afasta-se dela na medida em que, após a partilha de

significados, cabe ao aluno decidir-se por uma aprendizagem significativa Gowin (1981, pg. 51-52). No III Congresso Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Moreira (2000) faz um avanço ainda mais ousado apresentando o conceito de Aprendizagem Significativa Crítica e para a sua promoção propõe oito princípios a implementar em sala de aula. Esta nova proposta visa preparar os alunos para lidarem com os problemas de um mundo em rápida transformação, aceitando dúvidas e limitações. E aos docentes fá-los reflectir sobre as suas práticas fazendo-os sentir a necessidade premente de quebrar com a rotina e ensaiar novas estratégias promotoras de Aprendizagem Significativa, inclusive nas aulas de laboratório. E isto é tanto mais importante no laboratório que parece ser o local privilegiado para reflectir sobre situações problemáticas, exercitando o pensamento crítico e dando largas à criatividade.

A teoria desenvolvida por Witkin (1991) e seus colaboradores evidencia a necessidade de identificar as condições mais propícias ao desenvolvimento de comportamentos e capacidades, de forma a seleccionar as estratégias mais adequadas aos estilos cognitivos de alunos e professores.

Para a ciência progredir é necessária a obtenção de dados significativos, sendo fundamental o recurso à experimentação como forma de fazer sobressair a informação epistemológica relevante (Chalmers, 1999). Analisando epistemólogos tão diversos como Bachelard (1981, 1986) e a sua proposta de Materialismo Racional, Popper (1982, 1987) e a Teoria da Falsificabilidade; Kuhn (1973, 1983) e a Ciência Paradigmática, Lakatos (1989) e os seus Programas de Investigação Científica e Laudan (1984) e o seu modelo reticulado, todos reconhecem alguma importância à experimentação na construção do conhecimento, mas são unânimes em considerar que, devido ao modo como as actividades experimentais decorrem tradicionalmente na sala de aula, têm um contributo nulo ou até contraproducente na construção do conhecimento dos alunos e o “modismo” da aplicação rígida do “método” é responsável por uma ideia deformada sobre o que é fazer ciência, transmitindo desta uma ideia de estática e acabada. A partir da análise que estes autores fazem dos processos em ciências, é possível tentar fazer uma transposição didáctica, sugerindo algumas pistas a nível da formação de docentes e de propostas de actividades. Em primeiro lugar há que sensibilizar os professores para uma mudança de “paradigma” de forma que um ensino de pendor marcadamente indutivista em que a ciência é apresentada como uma série de verdades inquestionáveis, evolua para um processo ensino-aprendizagem em que é valorizado o papel do aluno na construção do seu conhecimento, por rectificação de erros. Depois, há que repensar as actividades experimentais e a forma como são exploradas, sendo uma das ideias a transmitir a de que o cientista é humano e que as situações problemáticas podem não ter solução ou ter mais do que uma solução.

O TE é uma componente fundamental no ensino das ciências, reconhecido por modelos ou tendências de ensino mais representativos, apesar de estes lhe atribuírem ênfases e objectivos diferentes. Para o modelo construtivista, o TE constitui um “banco de provas” que permite aos alunos avaliar as suas ideias e os modelos científicos, favorecendo a aprendizagem.

De acordo com uma lista elaborada por Hodson (2000), existem basicamente cinco motivos para envolver os alunos em TE:

1. motivar, estimulando o interesse e o prazer de investigar;
2. treinar destrezas laboratoriais;
3. enfatizar a aprendizagem do conhecimento científico;

4. perceber o método científico e adquirir perícia na sua utilização;
5. desenvolver certas “atitudes científicas” como abertura de espírito e objectividade.

Para atingir esses objectivos no ensino das ciências, costumam utilizar-se diferentes tipos de actividades que têm possibilidades distintas. Nesta perspectiva, é largamente citada a classificação proposta por Woolnough & Allsop (1985) que vai da simples *Experiência*, em que se observam fenómenos, até à *Investigação* de situações problemáticas. Existem outras classificações como é referido por Lopes (1994), cuja tipologia se baseia na organização e planificação das actividades. Este autor refere ser aceitável que inicialmente, o professor adopte o tipo de TE tendo em conta as características dos seus alunos; mas parece desejável que, posteriormente, vá direccionando as actividades para formatos investigativos, promovendo o desenvolvimento de capacidades e atitudes de nível mais elevado. É de salientar o trabalho de Araújo & Abib (2003) que analisaram trabalhos publicados sobre experimentação como estratégia de ensino, na década de 1992 a 2001, focando cinco indicadores: ênfase dada à Matemática; formato do TE; recurso a novas tecnologias; relação com o quotidiano e tipo de equipamento utilizado. Estes autores salientam ainda que as propostas facilitadoras de aprendizagem podem ser caracterizadas pela possibilidade de gerar conflitos cognitivos com base em métodos dialógicos em que o aluno é responsável pela sua aprendizagem. O recurso a estes procedimentos propicia o desenvolvimento da capacidade de elaborar novos conhecimentos, conceitos e significados, o que se pode interpretar como uma reestruturação conceptual. Mas para tornar isto possível é essencial que na formação de professores se contemple o recurso a metodologias mais eficientes no ensino da Física. Os docentes têm que ser consciencializados para a necessidade de práticas pedagógicas inovadoras, tornando-se mediadores do processo de aprendizagem, avançando com propostas que propiciem aos alunos análises, reflexões e generalizações.

As potencialidades do TE na aprendizagem em ciências têm sido comprovadas em várias investigações, envolvendo sujeitos de diversas faixas etárias como o estudo desenvolvido por Marreiros (1998) com alunos do 5º Ano de Ciências da Natureza ou a investigação desenvolvida por Talaia, Costa e Marques (2002) com alunos do 4º Ano de Licenciatura em Ensino da Física e Química da Universidade.

Contudo, distintas investigações permitem concluir que grande parte do TE realizado em sala de aula é meramente ilustrativa, resumindo-se a experiências tipo “receita”, apresentando sérias deficiências (Garcia Barros, S. *et al.*, 1995), gerando pouca motivação nos alunos (Barberá & Valdés, 1996) e favorecendo um tipo muito limitado de competências (Hodson, 1990). Este autor refere que tal como é implementado na sala de aula, em geral é confuso e pouco produtivo e os alunos pouco aprendem de ciências, sobre ciências e dos seus processos, e indica algumas razões para isso acontecer:

- As actividades, por vezes, são desenvolvidas sem qualquer base teórica;
- O conteúdo, em geral, é fornecido pelo professor, limitando a construção pessoal de significados, por parte do aluno;
- O aluno é, muitas vezes, um mero consumidor da planificação feita pelo professor, pelo que se reveste de pouca utilidade do ponto de vista pedagógico;
- Os alunos, frequentemente, não se apropriam da teoria adequada para interpretar o que observam, o que os leva a fazer interpretações à luz de concepções erróneas.

Hodson (2000) coloca sérias reservas quanto à eficácia do TE tal como é usualmente implementado na sala de aula e sugere a necessidade de repensar a sua abordagem, referindo

que se pretendemos explorar as suas enormes potencialidades há que se ser claro quanto ao objectivo a atingir, seleccionando uma actividade adequada. Afirmo, ainda, que muito se teria a ganhar se redefiníssemos a noção de TE de forma a incluir um leque mais alargado de estratégias de ensino e de aprendizagem, como o uso de simulações em computador, que considera uma técnica poderosa que permite ao aluno envolver-se em aspectos mais criativos da ciência proporcionando uma compreensão da natureza da prática científica (Hodson, 2000, p. 37). Uma tal diversidade possibilitaria contemplar uma maior variedade de objectivos, tendo em conta as distinções entre:

- (1) *aprender ciência* – adquirir e desenvolver conhecimento conceptual e teórico;
- (2) *aprender acerca da ciência* – desenvolver uma compreensão sobre a natureza e métodos da ciência e uma percepção das complexas interacções entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente;
- (3) *fazer ciência* – empenhar-se e desenvolver competências em investigação científica e resolução de problemas.

Se a educação em ciências pretende que o aluno compreenda o mundo físico e perceba e utilize o conhecimento conceptual e processual que os cientistas desenvolveram para os auxiliar nessa tarefa, então uma parte importante do currículo é a familiarização com esse mundo e o recurso ao laboratório é fundamental. Os alunos necessitam manipular objectos e organismos de forma a construírem um corpo de experiências pessoais. Se o aluno é encorajado a explorar e testar as suas ideias, então o TE poderá ter um papel a desempenhar. Mas esse papel só será importante quando as actividades são suportadas por uma teoria bem compreendida pelo aluno.

Numa perspectiva epistemológica, considerando que a ciência avança impulsionada pela vontade de explicar situações problemáticas, Gil Perez (1993) sugere a abordagem de situações problemáticas abertas, com um nível de dificuldade adequado, que motivem os alunos e os levem a elaborar um plano que permita obter respostas, sem perder de vista que não se está a trabalhar para aumentar o corpo de conhecimentos de ciências e que os alunos não são cientistas, mas que se pretende que adquiram conhecimentos conceptual e processual da ciência.

Gil Pérez e Valdés (1996), defendem ainda que, se pretendemos que o TE seja eficaz no atingir dos fins educativos estabelecidos, se tenha em conta a relevância social das situações propostas, se impliquem os alunos na formulação de hipótese, se valorize a planificação das actividades pelos alunos e a elaboração de memórias científicas sobre o trabalho realizado, enfatizando o papel da comunicação e debate no processo científico.

Há uma imensidão de possibilidades de recorrer a TE, desde actividades de verificação de modelos teóricos e de demonstração, em geral conotados com uma abordagem tradicional do ensino, até actividades de natureza investigativa, que já surgem com alguma regularidade, e que, de alguma forma se relacionam com uma visão construtivista do ensino. Contudo, para que o ensino se reflecta em aprendizagem, cabe ao professor a selecção da metodologia experimental mais adequada à aprendizagem pretendida, pois diferentes modalidades de experimentação privilegiam diferentes objectivos educacionais. Os alunos devem entender que a actividade científica é uma actividade complexa e construída socialmente. E essa compreensão é atingida a partir do desenvolvimento de investigações de interesse pessoal mas também centrando-se na aprendizagem de ciências e sobre ciências. A tendência actual é a de

apetrechar os jovens com os conhecimentos e as capacidades que lhes permitam enfrentar uma sociedade tecnológica em transição.

Em Portugal, nos últimos 15 anos, quer pela documentação produzida realçando o papel do TE, quer pelo apetrechamento de laboratórios, os responsáveis educativos têm envidado esforços no sentido de criar condições que recuperem o TE para o quotidiano das aulas de ciências. Parecendo o laboratório uma boa forma de o alcançar, o recurso a este deveria ser a regra e não a excepção, e as propostas apresentadas deveriam levar os alunos a envolverem-se activamente na procura de respostas para situações problemáticas, sendo-lhes dada oportunidade para discutirem e compararem pontos de vista, exercitando o pensamento crítico e desenvolvendo a criatividade.

Metodologia

Este estudo tem uma abordagem qualitativa, e constituiu-se num estudo exploratório de recolha de informação que foi utilizada posteriormente noutra fase da investigação.

Sujeitos

O estudo envolveu 9 professores de Ciências Físico-Químicas, do Ensino Secundário de 4 escolas de Lisboa, e respectivos alunos do 10º e 12º Anos do Ensino Secundário, num total de 87, com idades compreendidas entre 15 e 19 anos.

Os 9 professores (**D₁** a **D₉**) envolvidos no estudo, 7 do sexo feminino e 2 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 28 e os 57 anos, todos licenciados e apenas um sem profissionalização, tinham uma experiência de leccionação muito diversa, em termos de tempo de serviço. A selecção destes sujeitos baseou-se muito na amizade que ligava os docentes à investigadora e também, em grande medida, na boa vontade e interesse dos inquiridos em quererem contribuir para a melhoria do ensino da Física

Dos 178 alunos contactados obtiveram-se 87 respostas (**A₁** a **A₈₇**), ou seja, cerca de metade da amostra inicial, o que nos pareceu satisfatório para o estudo em vista. Posteriormente, foram incluídos no estudo mais 5 alunos (**A₈₈** a **A₉₂**), os quais foram entrevistados.

Instrumentos

Os instrumentos utilizados para a recolha de dados foram de dois tipos:

1. **Questionários:** um para professores e outro para alunos

O objectivo destes questionários era fazer um levantamento de TE realizados em sala de aula e recolher a opinião de professores e alunos acerca de tipos de TE que promovem aprendizagem e exemplos TE que promove pouco a aprendizagem, e ainda solicitar sugestões sobre como melhorar um TE de forma a torná-lo mais eficaz em termos de favorecer a aprendizagem.

Optou-se por um formato de resposta aberta em ambos os questionários, na medida em que se tratava de um estudo exploratório, potenciando, assim, a riqueza de informação a obter.

Uma primeira versão do questionário para docentes foi respondida por um professor de Física do Ensino Secundário e analisada por um professor de Português. Com as suas sugestões elaborou-se a versão aplicada aos professores, constituída por cinco questões:

- 1.a) De entre os trabalhos experimentais que tem desenvolvido com os seus alunos indique um que, em sua opinião, tenha sido promotor de aprendizagem.
 - b) Refira os aspectos que contribuíram para favorecer essa aprendizagem.

- 2.a) De entre os trabalhos experimentais que tem desenvolvido com os seus alunos indique um que, em sua opinião, tenha promovido pouco a aprendizagem.
 - b) Refira os aspectos que condicionaram essa aprendizagem.
 - c) Proponha alterações para esse Trabalho Experimental que, em sua opinião, potenciariam a aprendizagem.

Uma primeira versão do questionário para alunos foi respondida por 2 alunos do Ensino Secundário com a disciplina de Ciências Físico-Químicas e analisada por um professor de Português. Com as respectivas sugestões elaborou-se a versão aplicada aos alunos também com cinco questões, semelhantes às do questionário dos professores.

2. Guiões de entrevista a professores e alunos

Para complementar os dados obtidos a partir das respostas dadas aos questionários realizaram-se entrevistas semi-estruturadas a 2 professores (**D₈** e **D₉**) e 5 alunos (**A₈₈** a **A₉₂**), focando os mesmos aspectos dos questionários e complementando com pedido de informação acerca das características do TE usualmente implementado (frequência de realização, formato de TE, tipo de protocolos, informação fornecida antes da realização de TE, altura em que realiza TE, ...).

Fases

Após contactar os professores a envolver no estudo, procedeu-se à elaboração dos questionários. Estes foram distribuídos aos 178 alunos que constituíam a amostra inicial, no princípio de Maio, explicando a importância da sua colaboração para o estudo. Para não interferir com as aulas, solicitou-se que respondessem em casa e os devolvessem até ao fim do mês. Na mesma altura, distribuíram-se os questionários aos docentes. No final do mês recolheram-se os questionários respondidos pelos docentes e por 87 alunos.

Pretendia-se obter respostas de alunos dos três anos do Ensino Secundário mas, na prática, apenas se obtiveram 15 respostas de alunos do 10º Ano e 72 respostas de alunos do 12º Ano, possivelmente como consequência da proximidade das provas globais para os alunos do 10º e 11º Anos.

Procedeu-se à análise de conteúdo das respostas obtidas para os dois questionários recorrendo ao método de ir determinando unidades de registo e estabelecendo os indicadores à medida que foram ressaltando dessa análise (Bardin, 1991).

Verificou-se ser conveniente complementar o estudo com mais informação pelo que se realizaram entrevistas semi-estruturadas a duas docentes e a cinco alunos do 11º Ano (alunos do 10º Ano, no ano lectivo anterior), com base nos guiões que constam dos Apêndices 3 e 4, que foram transcritas e analisadas. Propositadamente escolheram-se duas docentes com características marcadamente diferentes, uma profissionalizada e com larga experiência de ensino (**D₈**) e outra não profissionalizada e com poucos anos de actividade lectiva (**D₉**). Quanto aos cinco alunos entrevistados (**A₈₈** a **A₉₂**), a sua selecção baseou-se na sua vontade em colaborar.

Resultados

Apresentam-se seguidamente os resultados apurados dos questionários aplicados e das entrevistas realizadas aos dois grupos, professores e alunos, envolvidos no estudo.

Resultados da análise dos questionários

Os resultados da análise das respostas dadas pelos docentes e alunos aos respectivos questionários encontram-se sistematizados no quadro 1.

Quadro 1 – Síntese dos resultados da análise das respostas aos questionários

	Frequência de opiniões de Professores (N = 9)	Frequência de opiniões de Alunos (N = 87)
TE promotor de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> • indicação de um TE específico (4) • todo o TE pode promover aprendizagem (5) 	<ul style="list-style-type: none"> • indicação de TE específico (63) • todo o TE promove aprendizagem (5) • nenhum TE promove aprendizagem (1) • não respondem (3) • nunca realizaram TE (15)
Características do TE que potenciaram aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> • boa relação teoria/prática (4) • objectivos claros (4) • atitudes dos alunos (3) • relação com o quotidiano (2) • natureza qualitativa/quantitativa do trabalho (2) • oportunidade de criatividade (2) • concretização de conceitos (2) • envolvimento de várias competências (2) • protocolos bem elaborados (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • executado pelo próprio aluno (43) • relação com a teoria (39) • visualização/concretização de conceitos (31) • erros ajudam a aprender (17) • não respondem (31)

TE pouco promotor de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> • indicação de um TE específico (5) • TE com protocolo tipo “receita” (3) • TE com material inadequado (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • indicação de um TE específico (49) • TE ajuda sempre a aprender (8) • não se lembra (7) • não respondem (23)
Características do TE que condicionaram a aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> • atitudes dos alunos (3) • protocolo tipo “receita” (2) • morosidade da experiência (2) • discrepância de resultados (2) • material inadequado (2) • falta de bases teóricas (2) • falta de tempo para discussão (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • falta de bases teóricas (32) • não realizado pelos alunos (20) • falta de tempo (13) • obtenção de resultados pouco precisos (10) • material deficiente (9) • objetivos pouco claros (4) • não detectou aspectos negativos (1) • não responderam (15)
Características do TE que poderiam favorecer a aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> • ligação teoria/prática (3) • planificação feita pelos alunos (3) • permitir criatividade (2) • envolver discussão (2) • aproveitamento didático do erro (2) • relatórios menos morosos (2) • turnos com menos alunos (2) • relacionado com quotidiano (1) • permitir trabalho de grupo 	<ul style="list-style-type: none"> • melhor fundamentação teórica (25) • experiência realizada pelo próprio alunos (23) • material de melhor qualidade (17) • mais tempo disponível (16) • realização mais frequente de TE (15) • apoio do professor (11) • possibilitar maior criatividade (10)

Resultados referentes às entrevistas

O resultado da análise das respostas dadas pelos professores e alunos às entrevistas encontram-se sistematizados nos parágrafos que se seguem.

Resultados das Respostas dadas pelos Professores

A professora entrevistada e referenciada como **D₈** é profissionalizada, com larga experiência de ensino ganha em 18 anos de serviço, habituada a ensinar Física e Química a todos os níveis. A professora entrevistada e referenciada como **D₉** não é profissionalizada, tem apenas 6 anos de serviço e costuma leccionar Física e Química a todos os níveis. Os resultados encontram-se sintetizados no quadro 2.

Quadro 2 – Síntese das respostas das professoras às entrevistas relativamente ao recurso TE

Categorias	Professora D ₈	Professora D ₉
Frequência de realização	Baixa. (1 TE no E Sec e 2 no Básico, por período, em média)	Baixa. (1 TE no Ens Sec e 3 no Ens Básico, por período, em média)
Modalidade de TE implementado na sala de aula mais frequentemente	Demonstrações para a turma toda.	Demonstrações para a turma toda. Por vezes, no Secundário, os alunos trabalham em pequenos grupos
Tipo de fichas	Não fornece fichas. Experiências baseadas no livro de texto.	Não fornece fichas. Experiências baseadas no livro de texto.
Momento de realização de TE	Geralmente, no final do tema	TE realizado acompanhando abordagem teórica
Informações fornecidas aos alunos, antes da realização de TE	Teoria abordada anteriormente e discutido objectivo com alunos. Não refere resultados esperados.	Teoria abordada anteriormente e discutido objectivo com alunos. Não refere resultados esperados.
Exemplo de TE que favoreceu aprendizagem	Determinação da concentração de uma solução por titulação	Determinação da concentração de uma solução por titulação
Aspectos desse TE que favoreceram a aprendizagem	A prática ajudou a concretizar e a perceber melhor a teoria.	Os próprios alunos executaram Ver e mexer no material ajuda a perceber melhor
Sugestões para tornar esse TE mais efectivo em termos de aprendizagem	Os próprios alunos executarem Mais tempo para discutir resultados	Mais tempo para discutir e comparar resultados
Exemplo de TE que tenha contribuído pouco para a aprendizagem	Todos os TE contribuem para a aprendizagem, quando adequados aos objectivos	O TE ajuda sempre a aprender, quando bem planificado, mas também depende do aluno
Características de TE que podem promover aprendizagem	Existência de material que possibilitasse trabalho em grupo	Condições que possibilitasse trabalho em grupo.
	Programas menos extensos que deixassem mais tempo para a parte experimental (execução, análise de dados e formulação de conclusões)	Alunos habituados desde pequenos.
		Mais tempo para discutir resultados

Resultados das Respostas dadas pelos Alunos

Os alunos entrevistados, referenciados como **A₈₈**, **A₈₉**, **A₉₀**, **A₉₁** e **A₉₂**, com idades compreendidas entre os 16 e os 17 anos, sendo 3 raparigas e dois rapazes, frequentavam, na altura da entrevista, o 11º Ano, em duas escolas de Lisboa. Os resultados encontram-se sistematizados no quadro 3.

Quadro 3 – Síntese das respostas dos alunos às entrevistas relativamente ao recurso TE

Categorias	Aluno A₈₈	Aluno A₈₉	Aluno A₉₀	Aluno A₉₁	Aluno A₉₂
Frequência	Baixa. (3/4 por ano)	Baixa. (5/6 por ano)	Baixa No Básico realizou mais	Baixa No Básico realizou mais	Baixa
Modalidade de TE	Demonstrações com ajuda de alunos.	Demonstrações com ajuda de alunos.	Demonstrações com ajuda de alunos.	Demonstrações com ajuda de alunos.	Demonstrações com ajuda de alunos.
Tipo de fichas	Não usou fichas. Experiências foram baseadas no livro de texto.	Não usou fichas. Experiências foram baseadas no livro de texto.	Não usou fichas. Experiências foram baseadas no livro de texto.	Não usou fichas. Experiências foram baseadas no livro de texto.	Não usou fichas. Experiências foram baseadas no livro de texto.
Momento de realização de TE	No final do tema	No final do tema	No final do tema	No final do tema	No final do tema
Informações fornecidas antes de realizar TE	Teoria e objectivo Nunca houve referência a equipamento	Teoria e objectivo Nunca houve referência a equipamento	Teoria e objectivo Nunca houve referência a equipamento	Teoria e objectivo Relaciona teoria e prática Nunca houve referência a equipamento	Teoria e objectivo Nunca houve referência a equipamento
Exemplo de TE promotor de aprendizagem					
Aspectos desse TE que favoreceram a aprendizagem	Cromatografia	Titulação	Titulação	Titulação	Titulação
Sugestões para TE promover aprendizagem	O colorido	Professora explicou bem (relação teoria/prática).	Foram alunos a executar Professora explicou bem.	Relação entre teoria e prática Foram alunos a executar Mexer no material	Ver a experiência
Exemplo de TE que contribuiu pouco para a aprendizagem	Não sabe	Está bem assim	Mais tempo para discutir resultados	Este não precisa Alunos executassem	Não sabe Talvez se alunos executassem
Características de TE que podem promover aprendizagem	Todo o TE ajuda a aprender melhor	Todo o TE ajuda a aprender melhor	Todo o TE ajuda a aprender melhor	Todo o Te ajuda a aprender melhor	Todo o TE ajuda a aprender melhor
	Maior frequência Alunos a executarem	Maior frequência Alunos a executarem	Maior frequência Alunos a executarem	Maior frequência Alunos a executarem Alunos a imaginar experiência com ajuda do professor	Maior frequência Alunos a executarem

Os 5 entrevistados referem a baixa frequência com que realizaram TE, mas três deles referem que no Ensino Básico a frequência era maior. É de salientar a posição do entrevistado **A₉₀** que defende que “todas as aulas deviam ser dadas com base em TE”.

Todos os entrevistados afirmam que a modalidade adoptada para TE em sala de aula foi a demonstração, em que a professora apresenta o trabalho a toda a turma, recorrendo à ajuda de alguns alunos. Todos os entrevistados dizem nunca ter usado fichas, e os protocolos que utilizam são os que constam do livro de texto.

Quanto ao momento em que realizaram TE, todos os entrevistados pensam ter sido no final da abordagem dos temas, embora não se mostrassem completamente seguros disso.

No respeitante às informações fornecidas pelas docentes, antes da realização do TE, todos os entrevistados mencionam a teoria e o objectivo. Afirmam que nunca tiveram conhecimento antecipado do tipo de material que iam utilizar.

Curiosamente, todos os trabalhos referidos como promotores de aprendizagem são da área da Química. Talvez isso seja resultado de os temas de Química ter sido tratados na primeira parte do ano lectivo, e ainda não terem realizado nenhuma experiência no domínio da Física. Quanto aos aspectos desse TE que favoreceram a Aprendizagem, referem a boa explicação dada pela professora, relacionando teoria e prática; um dos entrevistados refere que foi por terem sido os próprios alunos a realizar o TE. Dois referem que “ver a experiência” e “mexer no material” ajuda a perceber. Um alude ao aspecto colorido da experiência. Relativamente ao pedido de sugestões para melhorar esse TE em termos de promover aprendizagem, dizem “não saber” ou que “está bem assim”, mas dois referem ser preferível serem os próprios alunos a realizar as experiências e um menciona a necessidade de mais tempo para discutir resultados.

Quando solicitados para referir um TE que tenha promovido pouco a aprendizagem, afirmam que lhes parece que todo o TE favorece a aprendizagem. Em relação às características de TE com possibilidades de promover aprendizagem, os entrevistados voltam a referir “uma maior frequência de realização de TE” e “serem os próprios alunos a executar”. Apenas um dos entrevistados sugere que sejam os alunos a planear a experiência.

Houve o caso de dois entrevistados, **A₈₉** e **A₉₀**, que referem que os relatórios fazem com que “se gaste muito tempo”, “são importantes mas roubam muito tempo”, pelo que “seria bom se pudessem ser feitos na aula”.

É de salientar, pela negativa, a enorme dificuldade que os alunos tiveram em referir um TE realizado, o que poderá ser um indicador ou da sua não realização ou se realizados pouco marcaram os alunos e, nessa perspectiva, foram seguramente muito pobres na promoção de aprendizagem. Mas um aspecto positivo, e que vem ao encontro das respostas dadas nos questionários por alguns alunos (cerca de 15% dos respondentes), é a opinião do entrevistado **A₉₁**, que menciona que “talvez fosse bom os alunos, de vez em quando, imaginar a experiência” admitindo ser capaz de o fazer “com ajuda da professora”.

Síntese dos resultados

A análise das respostas dadas pelos docentes aos questionários e às entrevistas vem confirmar muito do já referido na literatura, nomeadamente no que respeita à necessidade de interligar a teoria com a prática para que o TE possa promover aprendizagem, e que todos os docentes mencionam em algum ponto das respostas que deram.

Foi interessante verificar que, em geral, os docentes consideram que o TE promove sempre, de alguma forma, a aprendizagem, desde que adequadamente orientado, criticando os protocolos “tipo receita”. Também é referido por quase todos os inquiridos a importância de relacionar os trabalhos com o quotidiano.

Quanto às dificuldades que condicionam a aprendizagem centradas em TE, os respondentes mencionam em algum momento a quantidade de material disponível, o pouco tempo disponível para discussão de vários aspectos do TE ou para a planificação pelos alunos; são também referidas as atitudes dos alunos como impedimento à aprendizagem; 1 dos inquiridos alude ao elevado número de alunos com que, por vezes se tem que trabalhar no laboratório.

Um aspecto importante que ressaltou da análise das respostas dadas tem a ver com o facto de terem sido 2 docentes que fazem investigação em Ciências da Educação que referem metodologias mais inovadoras para o TE, como a proposta de questões abertas e a planificação de experiências pelos próprios alunos.

É de salientar, no entanto que o aspecto mais referido, e indo ao encontro do enunciado por autores como Hodson (2000), é a necessidade de dar uma boa fundamentação teórica que suporte o desenvolvimento do TE.

A análise das respostas dadas pelos alunos ao questionário sublinha alguns aspectos relacionados com o TE realizado nas aulas de Física. Um, que consideramos preocupante, é o facto de cerca de 17% dos alunos que responderam ao questionário referirem nunca terem realizado TE.

Os alunos, em geral, reconhecem a importância de realizar TE e referem que, em muitas situações, facilitam a aprendizagem.

De entre os aspectos que referem como condicionantes da aprendizagem destacam-se, por ordem decrescente de frequência com que são mencionados:

- falta de bases teóricas e /ou não ser o aluno a realizar as experiências;
- falta de tempo para a execução e para discussão que permita aclarar situações e/ou material deficiente;
- objectivos pouco claros.

Como forma de melhorar a aprendizagem com base no Trabalho Experimental, os alunos sugerem nomeadamente e também por ordem decrescente de frequência com que são mencionados:

- Proporcionar bases teóricas que permitam compreender o TE e/ou Propiciar a realização de TE pelos alunos;
- Dedicar mais tempo para realizar e discutir as actividades, apetrechar laboratórios com melhor material e realizar TE com mais frequência;
- Dar mais liberdade ao aluno na planificação e/ou execução de Te criar condições para que as aulas de TE funcionem com menos perturbação.

É de salientar que, tal como no caso dos professores, é a necessidade de uma boa base teórica que surge como condição mais referida para que resulte aprendizagem.

Quanto aos cinco entrevistados, apesar de serem de dois estabelecimentos de ensino diferentes, apresentaram opiniões muito concordantes. Todos reconhecem a baixa frequência de realização de TE, sempre na forma de demonstração, com base no livro de texto, sendo conhecido anteriormente apenas a teoria e objectivos. Todos deram como exemplo uma experiência da área da Química e apontaram como razões para ter promovido aprendizagem a relação teoria/prática, a professora ter explicado bem e, num dos casos, terem sido os próprios alunos a executar. Consideram que todos os TE ajudam a aprender e que o TE promove melhor aprendizagem se for feito com mais frequência e pelos alunos. Já foi salientado o caso do aluno A4 que refere a importância de ser o aluno “a imaginar a experiência com a ajuda do professor”, posição concordante com cerca de 15% dos respondentes aos questionários.

Há uma nítida concordância entre as respostas dadas pelos professores e pelos alunos envolvidos na pesquisa. De acordo com as respostas dadas pelos sujeitos do estudo, quer professores quer alunos, o TE é realizado com uma frequência muito baixa (alguns alunos referem nunca terem feito TE, o que é preocupante!), assumindo, em geral, a forma de demonstração, havendo sempre o cuidado de relacionar teoria e prática. Os elementos de ambos os grupos consideram que o TE promove sempre aprendizagem. Quer professores quer alunos, consideram que uma maior frequência e o facto de serem os alunos a executar poderá contribuir para facilitar a aprendizagem.

Formas mais inovadoras, como a utilização de computador na aquisição e tratamento de dados ou a proposta de uma situação problemática aberta, quase não são referidas. As duas docentes que mencionam formatos mais inovadores estão a fazer investigação em Ciências de Educação. Nesta linha, alguns alunos (10 dos que responderam ao questionário e 1 dos entrevistados) salientam a necessidade de os alunos serem mais criativos ao realizar TE, sendo-lhes dada a possibilidade de planear a experiência.

Os docentes envolvidos no estudo apontaram vários aspectos que gostariam de ver alteradas de modo que o TE promova melhor aprendizagem, nomeadamente questões que se prendem com falta de tempo e de condições materiais, contudo continuam a implementar o TE de uma forma que poderemos considerar tradicional. No entanto há vários aspectos que a investigação em Educação tem comprovado como desejáveis, mas que se encontram ausentes do discurso de alguns dos referidos professores. Como foi mencionado, só dois docentes, que estão ligadas à investigação em Ciências de Educação, aludem a formas mais inovadoras de abordar o TE.

Em forma de conclusão ...

De acordo com as respostas obtida, o TE implementado nas escolas participantes na investigação, tem uma frequência muito baixa e características muito tradicionais mas, quer alunos quer professores reconhecem as suas potencialidades em termos de aprendizagem. Os elementos de ambos os grupos apontam como desejável um aumento de frequência na realização de TE e deste ser realizado pelos alunos, com tempo para discussão dos vários passos envolvidos no processo.

O facto de o aluno reconhecer a importância de ser ele mesmo a realizar as actividades é importante, indo ao encontro do que defendem vários autores, que consideram que só quando o próprio tiver realizado uma experiência, feito as suas próprias observações, e

elaborado conclusões sem saber antecipadamente a resposta, será capaz de perceber o que é ciência.

Este estudo exploratório vem reforçar a ideia do papel importante do TE no ensino e aprendizagem da Física, e aponta novas direcções para a sua implementação na sala de aula, tendo em conta os resultados das investigações feitas neste domínio. Uma vez que essas propostas estão ausentes da sala de aula é urgente fazer uma articulação de forma que as metodologias e estratégias que a investigação vai reconhecendo como mais eficazes na aprendizagem possam ser implementadas nos diversos ambientes escolares. Uma forma de o conseguir seria envolver docentes em investigação no domínio das Ciências da Educação. Por um lado, porque seriam os melhores colaboradores uma vez que estão no próprio campo de acção; e por outro, porque seria a maneira mais eficaz de conhecer os resultados da investigação podendo adoptar como suas as estratégias e metodologias que melhor provassem.

A importância do TE é reconhecida pelos mais representativos modelos de ensino das ciências pelo que somos levados a admitir que este possui efectivamente potencialidades educativas relevantes. Mas, como afirma Hassard em 1992, referido por Novak (2000^a), não são suficientes as actividades de “mãos na massa”; é necessário também recorrer a experiências que envolvam “cabeça na massa”, ou seja, para lá de manipular equipamento, é preciso manipular ideias. Nesta perspectiva, propiciar a Aprendizagem Significativa implica colocar aos alunos situações problemáticas cuja procura de solução conduza à reestruturação do conhecimento que já possui. Importa, pois salientar alguns aspectos em que urge intervir se pretendemos melhorar a aprendizagem centradas em TE:

- as tarefas propostas devem ser motivadoras, podendo assumir a forma de problemas abertos, promovendo a discussão e desafiando o pensamento crítico dos alunos e permitindo-lhes dar asas à sua criatividade;
- os materiais curriculares devem ser pensados e elaborados tendo em conta os conhecimentos que os alunos já possuem e as aprendizagens que se pretendem promover, fazendo-os reflectir sobre os conceitos e suas relações;
- os professores devem ser sensibilizados para postura diferente em relação ao que é Ciência e fazer Ciência, ultrapassando um posicionamento empirista da resposta única e correcta ;
- as escolas devem assegurar as condições físicas e temporais que permitam uma boa inter-relação teoria/prática, no ensino das ciências.

Se pretendemos que os alunos aprendam significativamente, parece ser necessário propiciar situações problemáticas que ajudem na construção de significados dos conceitos envolvidos. O empenhamento dos alunos em tarefas que impliquem diversas fases de uma investigação científica, desde o planeamento, passando pela proposta de hipóteses explicativas e pela execução, incluindo a discussão com os seus pares e o professor (o que muitas vezes leva a reformular as questões), contribui para a construção do seu conhecimento. É nesta perspectiva que o TE deve ser entendido como uma actividade investigativa e cooperativa, facilitadora de Aprendizagem Significativa.

O Sistema Educativo tem a responsabilidade de identificar e transmitir o melhor da nossa herança cultural e a ciência é uma das partes mais importantes dessa herança. Deste modo, parecem estar criadas condições para reflectir sobre as características do trabalho

científico e do papel do indivíduo na construção do conhecimento, adiantado formatos de TE que efectivamente promovam aprendizagem em ciências e sobre ciências.

Finalmente gostaríamos de deixar aqui os testemunhos expressos em dois dos questionários.

No questionário de um professor pode ler-se:

“... e cada aluno tem as suas dificuldades. Por vezes o coração não sente o que as mãos fazem”.

E num dos questionários respondido por um aluno pode ler-se:

“... tive que fazer a demonstração para alunos mais novos. E tive de aprender muito bem para demonstrar, e cada vez que explicava, descobria coisas novas e relacionava-as com certos acontecimentos da realidade”.

É por coisas assim que vale a pena todo o trabalho!

Referências

- Araújo, M. S. T. and Abib, M. L. V. S. (2003). Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino da Física*, 25 (2), 176 – 194.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. and Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: a Cognitive View* (2ª ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bachelard, G. (1981). *A Epistemologia*. Lisboa: Edições 70.
- Bachelard, G. (1986). *O Novo Espírito Científico*. Lisboa: Edições 70.
- Barberá, O. & Valdés, P. (1996). El trabajo Práctico en la Enseñanza de las Ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Bardin, L. (1991). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bruner, J. S. (1973). *The process of Education*. (12ª ed.) Cambridge: Harvard University Press
- Bybee, R. W. and DeBoer, G. E. (1994). Research on goals for the Science curriculum. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on science Teaching and Learning*. (NSTA). New York, NY: MacMillan Publishing Company.
- Chalmers, A. F. (1999). *What is this thing called Science?* (3ª ed.). Buckingham: Open University Press.
- Dewey, J. (1944). *Democracy and Education*. New York, NY: Free Press.
- Dolin, J. (2003). *Authenticity as a Guideline for a Competence oriented Science Education*. In Actas do Congresso ESERA 2003. Noordwijkerhout, Holanda.
- García Barros, S. e tal. (1995). El trabajo práctico: una intervención para la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 203-209.
- Gil Pérez, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2): 197-212.
- Gil Pérez, D. & Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155-163.
- Gowin, D. B. (1981). *Educating*. New York, NY: Cornell University Press.
- Guia da Reforma Curricular – Documentos de Trabalho* (1992). Lisboa: Texto Editora, Lda.
- Hodson, D. (1990). A Critical Look at Practical Work in School Science. *School Science Review*, 70, 33-40.

- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28 (2) 115 135.
- Hodson, D. (2000). The place of Practical Work in Science Education. In *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- Kuhn, T. (1973). *A Tensão Essencial*. Lisboa: Edições 70.
- Kuhn, T. (1983). *La Structure des Révolutions Scientifiques*. 3ª ed. França: Flammarion.
- Lakatos, I. (1989). *La Metodologia de los Programas de Investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Laudan, L. (1984). *Sciences and Values*. Berkeley: University of California Press.
- Lopes, J. M. G. (1994). *Supervisão do Trabalho Experimental no 3º Ciclo do Ensino Básico: um modelo inovador*. Dissertação de mestrado não publicada. Universidade de Aveiro.
- Lazarowitz, R. and Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in Science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. (NSTA). New York, NY: MacMillan Publishing Company.
- Marreiros, M. A. T. P. (1998). *O Trabalho Científico em Ambiente de Aprendizagem Cooperativa – Análise do Ensino e da Aprendizagem*. Dissertação de mestrado não publicada. Universidade do Algarve.
- Ministério da Educação. (1997). *Revisão Curricular no Ensino Secundário*. Lisboa: Autor.
- Ministério da Educação. (2000). *Desenvolver, Consolidar, Orientar*. Lisboa: Autor.
- Moreira, M. A. and Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de Ensino e Aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano edições técnicas.
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizagem Significativa Subversiva. In *Actas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa (Peniche)*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Novak, J. D. (2000). A demanda de um sonho: a Educação pode ser melhorada. In *Ensinando Ciência para a Compreensão – uma visão construtivista*. (1ª edição portuguesa). Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Novak, J. D. (2000^a). *Aprender, criar e utilizar o conhecimento – Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas*. Lisboa: Plátano edições técnicas.
- Novak, J. D. (2000^b). Meaningful Learning: the Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies (LIPHs) leading to the Empowerment of Learners. In *Actas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*. Peniche: Universidade Aberta
- Piaget, J. (1969). *Psychologie et Pédagogie*. Bibliothèque Médiations. Paris: Éditions Denöel.
- Popper, K. (1982). *Conjecturas e Refutações*. Brasília: Universidade de Brasília.
- Popper, K. (1987). *A Lógica da Descoberta Científica*. Lisboa: D. Quixote.
- Talaia, M. A. R., Costa, N. and Marques, L. (2002). O Trabalho Laboratorial na Formação Inicial de Professores de Física e Química: Análise de uma experiência. In *Livro de Resumos da 13ª Conferência Nacional de Física*, Évora, 6/10 Setembro 2002. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Física.
- Tamir, P. (1991). Practical Work in School Science: an Analysis of current practice. In B. Woolnough (Ed.), *Practical Science: the role and reality of Practical Work in School Science*. Grã-Bretanha: Open University Press.
- Witkin, H. A. and Goodenough, D. R. (1991). *Estilos cognitivos – Naturaleza y Orígenes*. Madrid: Ediciones Pirâmide S. A.
- Woolnough, B. and Allsop, T. (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge: Cambridge Educational.