

O Trabalho Experimental nas aulas de Física e Química:

Uma perspectiva nacional (*)

A. CACHAPUZ, I. MALAQUIAS, I. P. MARTINS, MARÍLIA F. THOMAZ e N. VASCONCELOS

Grupo INEA/FQ — Universidade de Aveiro — 3800 AVEIRO

Neste artigo apresentam-se os resultados obtidos num estudo empírico, envolvendo 704 professores de Física e Química a leccionar em escolas Secundárias e C+S de todos os distritos do continente, em 1987.

O estudo visava investigar: i) a importância relativa do Trabalho Experimental (T.E.) nas aulas de Física e Química; ii) a tipologia do T.E. realizado nas aulas de Física e Química em função das variáveis: experiência profissional, formação académica, situação profissional e nível de ensino leccionado pelos professores.

A análise dos resultados sugere implicações educacionais a nível dos programas de formação (inicial e contínua) de professores de Física e Química, em particular, a necessidade do T.E. ser mais centrado no aluno e a possível vantagem de iniciar acções de formação contínua envolvendo o T.E., a partir de um certo número de anos de actividade profissional.

1. Introdução

Estudos recentes apontam para a necessidade dos programas de formação de professores de Ciências ajudarem a promover uma melhor reflexão sobre o sentido que deve ser atribuído ao Trabalho Experimental (T.E.) no ensino/aprendizagem das Ciências e o modo como ele se deve processar a nível da Escola Secundária (Woolnough, 1983, Gallagher and Tobin, 1987). Tal necessidade resulta de uma certa insatisfação perante a deficiente articulação entre os resultados de numerosa investigação levada a cabo sobre a problemática do T.E. em particular na última década (Hofstein, 1976; Frazer, 1978; Solomon, 1980; Abraham, 1982) e práticas docentes actualmente existentes. No que respeita à situação em Portugal, a longa experiência dos autores no ensino da Física/Química, não permite à partida considerar que tal falta de articulação já tenha sido ultrapassada. Faltam no entanto estudos, em particular envolvendo a formação de profes-

sores de Física/Química, que ajudem a melhor caracterizar a situação existente sem os quais se corre o risco de importar soluções sem atender a condições concretas do nosso sistema de ensino.

Assim, e no que respeita à problemática educativa do T.E., parece pouco viável delinear programas de formação contínua dos professores de Física e Química (ou reformular estratégias de intervenção existentes a nível da formação inicial) sem um levantamento prévio, ainda que sumário, da actual importância atribuída ao T.E. e sua tipologia no contexto do ensino da Física e Química nas nossas escolas secundárias.

(*) Este trabalho foi realizado no contexto do projecto «O Ensino e a Aprendizagem da Física e da Química: Análise da Situação Actual no Ensino Secundário e Propostas para o Futuro Face aos Novos Desafios Científico-Tecnológicos», financiado pelo Instituto Nacional de Investigação Científica.

Pretende-se neste estudo dar respostas a estas questões. Mais especificamente, os seus objectivos são investigar,

- i) qual a importância relativa do T.E. no quadro de actividades de sala de aula levadas a cabo pelos professores de Física e Química;
- ii) qual a tipologia do T.E. realizado nas aulas de Física e Química em função das variáveis: experiência profissional, formação académica, situação profissional e nível de ensino leccionado predominantemente pelos professores.

O estudo tem por base dois pressupostos: o primeiro aponta para o T.E. como uma componente insubstituível no ensino/aprendizagem da Física/Química; o segundo considera que as decisões de ordem educacional dizem respeito à implementação do T.E. nas nossas escolas devem ter necessariamente em conta resultados provenientes da investigação educacional.

2. População e Metodologia

Neste estudo empírico realizado em 1987, estiveram envolvidos 704 professores de Física e Química (cerca de 30 % da população) a leccionar em escolas Secundárias e C+S de todos os distritos do continente. Através dum modelo bietápico e sequencial foi seleccionada uma amostra representativa, com $N = 521$. A recolha de dados processou-se através da aplicação dum questionário (*) individual validado previamente por nove juizes independentes.

3. Resultados

Os dados que se apresentam (em percentagem) dizem respeito às respostas dadas pelos professores aos itens do questionário referentes às duas questões pertinentes para este estudo, nomeadamente i) qual a importância relativa do T.E. nas aulas de Física e Química e ii) qual o tipo de T.E. utilizado em função da experiência profissional, formação académica, situação profissional e nível de ensino leccionado predominantemente pelos professores.

3.1. Importância relativa do T.E. nas aulas da Física e Química

A obtenção de dados relativos a esta questão foi feita através do item I.1 do questionário:

«I.1 — Qual (ou quais) das actividades seguintes utiliza (uma ou várias) nas suas aulas de Física e/ou Química?

- trabalhos documentais feitos pelos alunos;
- trabalho experimental;
- aula expositiva;
- resolução de exercícios;
- temas apresentados por alunos;
- viagens de estudo/visitas (museus, fábricas, exposições, ...).

Nota—A alínea «aula expositiva» não é explorada neste estudo.

Os resultados mostram (Tabela 1) que, no conjunto das actividades referidas, o T.E. ocupa um lugar importante. Com efeito, aparece em segundo lugar ($c + d = 54,9\%$), imediatamente após a resolução de exercícios, e claramente diferenciado das três restantes actividades propostas. Este resultado sugere um razoável empenho dos professores de Física e Química na utilização do T.E. O facto da importância do T.E. no ensino/aprendizagem da Física e Química não ser tão consensual como o das outras actividades está provavelmente relacionado com diferentes condições de trabalho existentes nas escolas. Na verdade, 63,0 % dos professores inquiridos dizem efectuar T.E. na sala de aula e 50,8 % consideram os equipamentos insuficientes (55,5 % de Física e 46,4 % de Química).

3.2. Tipo de T.E. utilizado nas aulas de Física e Química

Os dados para análise desta questão, em função das quatro variáveis atrás referidas,

(*) Cachapuz, A.; Malaquias, I.; Martins, I. P.; Thomaz, Marília F. e Vasconcelos, F. «Resultados de um inquérito nacional aos professores de Física e Química — 3.º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário — 1987». Monografia, Universidade de Aveiro (em fase de publicação).

TABELA 1—Importância relativa do trabalho experimental (%)

Actividades	(a) Raramente	(b) De vez em quando	(c) Frequentemente	(d) Quase sempre	Não respondem
Trabalhos documentais	51,4	31,0	4,2	0,2	13,2
Trabalho experimental	6,7	32,4	40,7	14,2	6,0
Resolução de exercícios	0	10,0	60,1	24,6	5,3
Temas	57,2	26,7	3,3	0	12,9
Viagens	68,7	19,2	1,0	0,6	10,5

baseiam-se nas respostas ao item I.2 do questionário:

«I.2 — Para cada um dos tipos de trabalho experimental que utiliza nas suas aulas de Física e/ou de Química, indique a frequência com que o faz (uma ou várias).

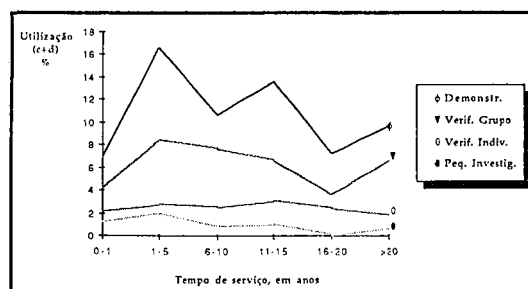
- demonstrações feitas pelo professor;
- verificações feitas pelos alunos individualmente;
- verificações feitas pelos alunos em grupo;
- pequenas investigações pelos alunos».

A tipologia de T.E. apresentada — Demonstrações, Verificações, Pequenas Investigações, foi escolhida tendo em atenção que as Pequenas Investigações permitem um maior grau de abertura da tarefa proposta (p. ex.: ausência do princípio da análise de dados ou necessidade de fontes suplementares de consulta). A fronteira entre as Demonstrações e as Verificações é delineada pela diferente gestão de equipamento e de tempo disponíveis. Tal fronteira continua a prevalecer na utilização, ou não, das Verificações em Grupo face às Verificações Individuais, embora as Verificações em Grupo possam permitir uma reflexão mais rica pelos próprios alunos sobre o sentido, os procedimentos e os resultados do T.E.

3.2.1. Tipo de T.E. e experiência profissional

Para a análise desta questão, a experiência profissional dos professores foi operacionalizada em termos do número de anos de ensino (em 1 de Outubro de 1986).

GRÁFICO 1—Tipo de T.E. e experiência profissional



Nota—As linhas que unem os pontos deste gráfico e dos seguintes destinam-se somente a permitir uma melhor apreciação da evolução dos tipos do T.E.

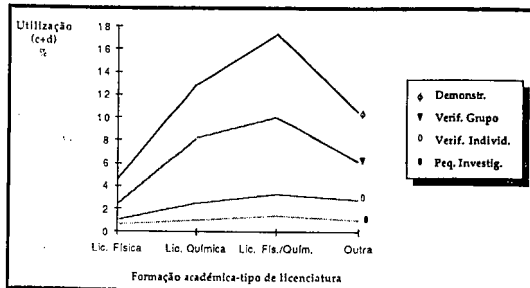
A configuração dos resultados (Gráfico 1) sugere que o T.E. realizado está centrado, sobretudo, no professor (demonstração), e em menor grau no aluno enquanto membro de um grupo (verificação em grupo). Este perfil de resultados, que é compatível com o uso do T.E. como uma mera ilustração da teoria, mantém-se ao longo do tempo de serviço dos professores. De assinalar que, ao fim de 5 anos, há uma inflexão em todas as curvas, sugerindo que é no início da sua actividade profissional

(primeiros 5 anos) que os professores de Física e Química mais usam quaisquer dos tipos de T.E. De realçar ainda a pouca expressão, na amostra considerada, da realização do T.E. em pequenos grupos, a qual pode permitir (se devidamente organizada) um amplo confronto de ideias entre os alunos do grupo sobre o sentido, procedimentos e resultados do T.E., e não só sobre os últimos como é geralmente o caso da discussão a nível da turma, sem contar com o possível desenvolvimento de sistemas de entreatajuda.

3.2.2. Tipo de T.E. e formação académica

A formação académica dos professores aqui referida diz respeito às licenciaturas em Física, ou Química, ramo ensino, e Física e Química. Neste último caso, envolve as antigas licenciaturas das Faculdades de Ciências e as licenciaturas das Universidades Novas (sendo as primeiras largamente preponderantes na amostra utilizada).

GRÁFICO 2 — *Tipo de T.E. e formação académica*

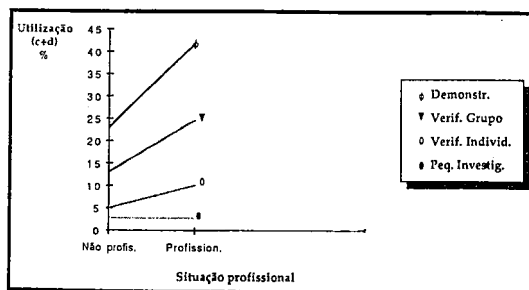


Os resultados (Gráfico 2) sugerem que o tipo de T.E. usado por professores com diferente formação académica é consistente com a tipologia anteriormente referida (3.2.1.). De realçar que a maior utilização do T.E. parece ter lugar quando existe um maior equilíbrio entre a componente Física e a componente Química nos cursos respectivos. Em particular, os licenciados em Física são, de entre os professores inquiridos, aqueles que menos utilizam o T.E. Não é, no entanto, possível esclarecer (dado o instrumento utilizado) se um tal resultado se refere a T.E. de Física, de Química ou das duas componentes.

3.2.3. Tipo de T.E. e situação profissional

Consideram-se dois tipos essenciais de situação profissional: professor profissionalizado e não-profissionalizado.

GRÁFICO 3 — *Tipo de T.E. e situação profissional*

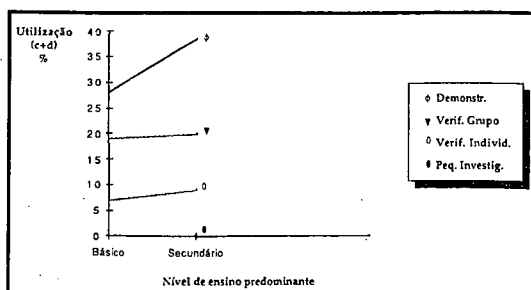


Também aqui a tipologia do T.E. usado é consistente com os resultados anteriores (3.2.1. e 3.2.2.). Parece razoável inferir destes resultados que a profissionalização dos professores desempenha um papel positivo no que respeita ao incremento do T.E. utilizado nas aulas de Física e Química. O efeito parece ser, no entanto, praticamente nulo no caso das pequenas investigações.

3.2.4. Tipo de T.E. e nível de ensino predominante (de 1983 a 1987)

Os dois níveis de ensino a que se refere o estudo são o básico (3.º ciclo) e o secundário. Os resultados (Gráfico 4) parecem indicar

GRÁFICO 4 — *Tipo de T.E. e nível de ensino predominante*



que o tipo de T.E. seguido pelos professores mantém o perfil encontrado anteriormente. Tal tipologia mantém-se quer no 3.º ciclo do ensino básico, quer no ensino secundário. Neste último,

contudo, o T.E. é menos usado, sendo a maior diferença relativa ao uso das demonstrações. De assinalar que é quase nulo o uso «frequente» e «quase sempre», de pequenas investigações (0,1 % no 3.º ciclo do ensino básico e 0,05 % no ensino secundário).

4. Implicações Educacionais

Os resultados desta investigação permitem apontar algumas sugestões no que respeita ao tratamento do tema T.E. em programas de formação inicial e contínua de professores de Física e Química. Em primeiro lugar, mais do que incrementar a realização nas escolas do T.E. é provavelmente mais importante encontrar um maior equilíbrio entre os diferentes tipos de T.E., favorecendo, nomeadamente, verificações individuais e pequenas investigações, i.e., centrando o T.E. preferencialmente no aluno e perspectivando-o não simplesmente como uma ilustração de aspectos teóricos. Como refere Johnstone e Wham (1982), «*it is almost an article of faith to assert that practical work reaches its highest form when done by pupils themselves rather than by demonstration*» (*) (p. 71). Naturalmente que, para qualquer tipo de T.E., os alunos devem ter uma noção clara de «o que é que», e sobretudo «por que é que» o estão fazendo. Tal como lucidamente refere Kubli (1979, p. 7), «seria uma ilusão acreditar que a acção ainda que levada a cabo pelos alunos, contém em si mesma o poder de produzir conhecimento». Tal implica que o professor deverá colocar previamente a si próprio algumas questões tais como: «quais os objectivos do T.E. no contexto das minhas aulas?», «qual o meu papel durante a realização do T.E.?» (Gallagher e Tobin, 1987), isto é, o T.E. deve ser o resultado de um acto deliberado de ensino e, portanto, antecipadamente planeado. No que respeita a pequenas investigações parece ser útil distinguir entre «descobrir que» (ao alcance dos alunos) e «descobrir porquê» (bem mais problemático) (Wellington, 1981). Em segundo lugar, a formação contínua de professores de Física e Química, no que respeita ao T.E., deverá provavelmente iniciar-se após 5 anos

de serviço, período identificado neste trabalho como limiar de intervenção. Finalmente, os professores licenciados num só domínio disciplinar (Física ou Química), em particular aqueles que exercem no ensino secundário, deverão ser alvo de atenção privilegiada no contexto da formação contínua no que respeita ao uso do T.E. É possível que, por exemplo, na sua formação inicial, os professores com este perfil não tenham tido a oportunidade de se familiarizarem com algumas técnicas da Química ou da Física e, em consequência, as suas aulas serem de índole mais teórica.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, M. — «A descriptive instrument for use in investigating science laboratories». *J. of Res. in Sci. Teaching*, **19** (2), pp. 155-165 (1982).
- FRAZER, M. — «Evaluating Laboratory Courses». Paper presented to RACI Chemical Education Conference in Adelaide, Austrália, Fevereiro (1978).
- GALLAGHER, J. and TOBIN, K. — «Teacher management and student engagement in high school science». *Science Education*, **71** (4), pp. 535-555 (1987).
- HOFSTEIN, A., BEN-ZVI, R. and SAMUEL, D. — «The measurement of interest in an attitude toward laboratory work amongst Israeli high school students». *Science Education*, **60**, pp. 401-411 (1976).
- JOHNSTONE, A. and WHAM, A. — «The demands of practical work». *Education in Chemistry*, **19** (3), pp. 71-73 (1982).
- KUBLI, F. — «Piaget's cognitive psychology and its consequence for the teaching of science». *Eur. Journal of Science Education*, **1** (1), pp. 5-20 (1979).
- SOLOMON, J. — «Teaching children in the laboratory». Croom, Helm (1980).
- WELLINGTON, J. J. — «What's supposed to happen sir?». *S.S.R.*, **63** (222), pp. 167-173 (1981).
- WOOLNOUGH, B. — «Towards a rationale for practical work in school science: implications for training teachers». In *Preservice and Inservice Education of Science Teachers*, Tamir, P., Hofstein, A. and Ben-Peretz, M. (editors), Balaban International Science Services, Philadelphia, Rehovot (1983).

(*) «É quase um acto de fé considerar que o T.E. atinge a sua forma mais elevada quando feito pelos próprios alunos e não através de demonstrações (feitas pelo professor)».