

# UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA DO TRABALHO EXPERIMENTAL NO ENSINO DA QUÍMICA A ALUNOS NÃO-QUÍMICOS NA UNIVERSIDADE

FIGUEIREDO<sup>1</sup>, MARGARIDA R.D.T. y MAIA<sup>2</sup>, MARIA ELISA

<sup>1</sup> Departamento de Química da Universidade de Évora. Portugal. <mtf@uevora.pt>

<sup>2</sup> Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Portugal. <elisamaia@netcabo.pt>

---

**Palavras chave:** Ensino da Química; Actividade investigativa; Trabalho experimental,

## OBJECTIVOS

Pretende-se divulgar os resultados de um estudo sobre a implementação de um tipo de abordagem ao Trabalho Experimental de Química, cujos objectivos são:

- Contribuir para motivar os alunos para a aprendizagem da Química;
- Contribuir para melhorar o sucesso na formação em Química dos alunos que não sendo de Química necessitam de fazer aprendizagens nesse domínio;
- Contribuir para uma revalorização do trabalho experimental enquanto estratégia privilegiada para o ensino da Química.

## ENQUADRAMENTO TEÓRICO

As sociedades modernas, cada vez mais evoluídas científica e tecnologicamente, exigem da parte dos cidadãos tomadas de posição conscientes sobre assuntos específicos que estes supostamente devem dominar. A Escola, que forma os cidadãos, tenta dar resposta a estas novas exigências dando passos importantes no domínio da Educação para a cidadania e da Literacia científica. Daí resulta a necessidade de dar aos estudantes, nomeadamente no Ensino superior, uma formação multifacetada e pluridisciplinar, quer para garantir uma sólida formação que sirva de suporte às disciplinas da especialidade, quer como meio de promover o desenvolvimento de aptidões e atitudes positivas face à aprendizagem das Ciências.

Contudo, o ensino das Ciências atravessa em muitos países uma crise generalizada, provocada pela diminuição acentuada do número de alunos. No caso particular da Química, estes consideram-na uma disciplina difícil, questionando inclusivamente a utilidade das aprendizagens que proporciona. Esta realidade, esteve na base do projecto de investigação que aqui apresentamos.

Sendo a Química uma ciência em que a vertente experimental ocupa um lugar de destaque, o seu ensino sempre tem passado, naturalmente, por um investimento no Trabalho Experimental (TE) (Miguéns & Garrett, 1991), enquanto estratégia privilegiada para a motivação dos alunos, para a aquisição de conhecimentos e para o desenvolvimento de competências essenciais à sua formação científica.

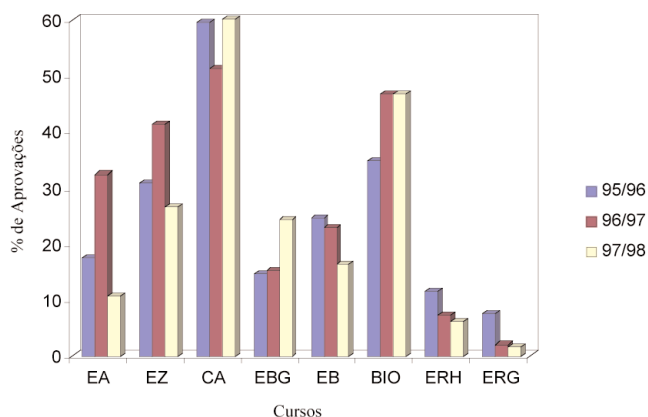
Contudo, de acordo com os resultados obtidos em algumas investigações nesse domínio nem todo o tipo de TE é capaz de promover aprendizagens significativas (Hodson, 1993). A ineficácia educativa das práticas, ao nível da compreensão dos conceitos científicos, tem sido atribuída, entre outros factores, à passividade intelectual para a qual se remetem muitas vezes os alunos, quando se promovem actividades onde está ausente o debate e a exploração das ideias em jogo e em que não se tem em conta os seus saberes, interesses e experiências prévias (Almeida, 1998). Em suma, podemos dizer que, apesar de o TE ser uma actividade de ensino-aprendizagem que envolve o “fazer”, o seu interesse educativo é muito limitado sem o envolvimento do “pensar” (Hunter, Wardell & Wilkins, 2001).

Torna-se, portanto, necessário incentivar a realização de um tipo de TE que, ao invés de levar os alunos a “fazer por fazer”, seja capaz de os motivar, contribuindo para o desenvolvimento de um conjunto de aptidões e competências fundamentais na formação do aluno do Ensino Superior (Figueiredo, Viana & Maia, 2001).

De entre as propostas que têm sido apresentadas para revalorizar o TE, assume particular destaque aquela que o encara como uma actividade investigativa de resolução de problemas. Diversos trabalhos de investigação sobre a implementação de uma metodologia desse tipo têm apresentado resultados bastante positivos, no que respeita às aprendizagens dos conteúdos científicos e das metodologias próprias da ciência (García García, 2000).

## DESENVOLVIMENTO DO PROJECTO

O trabalho que aqui se apresenta decorreu durante três anos lectivos na Universidade de Évora, Portugal, e desenvolveu-se em três fases. Numa primeira fase foram inquiridos 704 alunos de oito cursos, em cujos currícula estava incluída a disciplina de Química I no 1º semestre, e foi feito um levantamento das percentagens de sucesso em anos anteriores. Analisados os resultados, apresentados na Figura 1 e no Quadro 1, foram escolhidos dois desses cursos, um como grupo experimental (Engenharia de Recursos Geológicos - ERG) com 71 alunos e outro como grupo de controlo (Engenharia de Recursos Hídricos - ERH) com 68 alunos. A escolha destes grupos de alunos foi feita de forma não aleatória e baseou-se no facto de frequentarem cursos com características muito semelhantes, apresentando ambos baixos índices de sucesso.



EA – Eng. Agrícola; EZ – Eng. Zootécnica; CA – Ciências do Ambiente; EBG – Ensino de Biologia e Geologia; EB – Eng. Biofísica; BIO – Biologia; ERH – Eng. de Recursos Hídricos; ERG – Eng. de Recursos Geológicos

**FIGURA 1**  
**Percentagem de Alunos Aprovados na Disciplina de Química I entre 95/96 e 97/98**

Numa segunda fase foram efectuados pelos alunos de ERG trabalhos experimentais segundo uma abordagem de tipo investigativo orientada para a resolução de problemas tendo sido registado em suporte áudio o decurso de todas as sessões laboratoriais. Os alunos do curso de ERH seguiram o modelo tradi-

cional de aulas laboratoriais em que foram realizados trabalhos práticos mediante o fornecimento de instruções do tipo “receita”.

**QUADRO 1**  
**Percentagem de respostas certas no teste diagnóstico em 98/99 e 99/00**

Curso	Percentagem de respostas certas			Percentagem de respostas certas		
	98/99			99/00		
	Valor Mínimo (%)	Valor Máximo (%)	Média (%)	Valor Mínimo (%)	Valor Máximo (%)	Média (%)
EA	0,0	75,0	52,1	7,1	75,0	47,7
EZ	17,9	89,3	58,5	0,0	89,3	61,9
CA	0,0	89,3	63,9	21,4	82,1	52,9
EBG	0,0	92,9	46,2	0,0	71,4	35,7
EB	0,0	78,6	52,1	14,3	85,7	56,8
BIO	21,4	96,4	63,3	0,0	82,1	60,4
ERH	0,0	85,7	51,0	10,7	78,6	45,8
ERG	0,0	67,9	37,4	0,0	75,0	37,8

EA – Eng. Agrícola; EZ – Eng. Zootécnica; CA – Ciências do Ambiente; EBG – Ensino de Biologia e Geologia; EB – Eng. Biofísica; BIO – Biologia; ERH – Eng. de Recursos Hídricos; ERG – Eng. de Recursos Geológicos

Numa terceira fase, foi feita uma avaliação da metodologia seguida nas aulas laboratoriais através da aplicação de um questionário que visava obter respostas sobre os grandes focos em que se centrou a investigação.

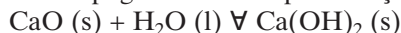
A metodologia seguida assentou, em dois tipos de sessões distintas mas complementares: sessões pré-laboratoriais, destinadas à discussão e elaboração dos projectos experimentais, e sessões laboratoriais destinadas à execução da parte experimental e à discussão dos resultados obtidos. O desenvolvimento do trabalho realizou-se a partir de problemas sugeridos pelo professor, tendo como ponto de partida alguns materiais típicos da região onde está inserida a Universidade.

Cada um dos problemas apresentados foi proposto aos alunos como um pequeno projecto, a ser executado em grupos de dois ou três elementos, seguindo uma metodologia de trabalho que envolveria várias etapas:

1. Pesquisa bibliográfica;
2. Planeamento e desenho do trabalho a desenvolver;
3. Execução da parte experimental;
4. Avaliação de resultados e eventual reformulação do desenho experimental;
5. Discussão dos resultados obtidos;
6. Elaboração de um relatório escrito.

Os problemas a desenvolver foram os seguintes:

A cal apagada é obtida por reacção da cal viva com a água:



#### **Como medir a quantidade de calor que está associada a esta reacção?**

A formação de placas de calcário, bem como de estalactites e estalagmites em grutas, são fenómenos que, de alguma forma, estão relacionados com os materiais apresentados e com as reacções em que podem participar.

#### **Como simular o mecanismo de formação de uma placa de calcário?**

A cal viva, a cal apagada ou o mármore reduzido a pó, são utilizados para fazer a “calagem” de solos ácidos.

#### **Como avaliar a necessidade em cal de um solo?**

Dos minérios de ferro nem todos têm na sua composição a mesma percentagem de ferro.

### Como dosear a quantidade de ferro existente num minério?

A avaliação do tipo de abordagem ao TE seguido pelos alunos de ERG e de ERH foi feita através da aplicação de um questionário que incluía algumas questões de tipo fechado, cujos resultados estão apresentados no Quadro 2 e outras de resposta aberta cujos resultados estão apresentados no Quadro 3.

**QUADRO 2**  
Frequências relativas de respostas obtidas no questionário para os dois grupos de alunos

Categoria	Itens	ERG						ERH					
		NR %	TD %	D %	PA %	A %	TA %	NR %	TD %	D %	PA %	A %	TA %
TIPO DE ABORDAGEM AO TRABALHO EXPERIMENTAL	Nas sessões destinadas à elaboração dos projectos experimentais fiz aprendizagens importantes *	0,0	0,0	9,6	21,2	50,0	19,2	19,6	10,9	34,8	21,7	10,9	2,2
	As aulas laboratoriais não têm grande interesse quando apenas tenho que seguir instruções	0,0	3,8	15,4	25,0	44,2	11,5	0,0	0,0	23,9	23,9	32,6	19,6
	O fornecimento de uma técnica experimental tipo receita impede o aluno de fazer algumas aprendizagens	0,0	1,9	11,5	32,7	40,4	13,5	0,0	0,0	19,6	34,8	39,1	6,5
	O aluno deve limitar-se a seguir as instruções fornecidas e a obter bons resultados	0,0	19,2	50,0	25,0	5,8	0,0	2,2	17,4	58,7	13,0	8,7	0,0
MOTIVAÇÃO	A realização de trabalhos ligados à área do curso motivou-me para o estudo da Química *	0,0	0,0	3,8	17,3	44,2	34,6	15,2	4,3	47,8	21,7	10,9	0
	Sem as aulas laboratoriais teria sido mais difícil sentir-me motivado para estudar Química *	0,0	0,0	17,3	32,7	40,4	9,6	0,0	4,3	21,7	45,7	21,7	6,5
APRENDIZAGEM	As aulas laboratoriais foram essenciais para a aprendizagem de algumas matérias de Química *	0,0	0,0	1,9	11,5	61,5	25,0	0,0	2,2	21,7	39,1	30,4	6,5
	Sem a componente laboratorial ter-me-ia sido mais difícil aprender Química *	0,0	0,0	3,8	25,0	38,5	32,7	0,0	2,2	19,6	37,0	32,6	8,7
	Nas aulas laboratoriais não consegui aprender nada	0,0	48,1	23,1	28,8	0,0	0,0	0,0	32,6	32,6	32,6	2,2	0,0
	A componente laboratorial foi uma perda de tempo *	0,0	59,6	21,2	19,2	0,0	0,0	0,0	23,9	41,3	21,7	8,7	4,3
UTILIDADE DAS APRENDIZAGENS REALIZADAS	As aprendizagens que eu fiz nesta disciplina foram-me úteis para outras disciplinas do curso *	0,0	0,0	0,0	25,0	50,0	25,0	0,0	6,5	34,8	39,1	8,7	8,7
	Consegui adquirir conhecimentos de outras disciplinas usando o que aprendi na Química I *	0,0	0,0	3,8	25,0	50,0	21,2	0,0	0,0	21,7	43,5	28,3	6,5
	Nada do que aprendi nesta disciplina me foi útil em disciplinas mais avançadas *	0,0	38,5	28,8	26,9	5,8	0,0	0,0	19,6	19,6	45,7	13	2,2
FORMAÇÃO CIENTÍFICA	A possibilidade de participar na elaboração dos projectos experimentais facilitou-me algumas aprendizagens sobre a construção da Ciência *	0,0	0,0	1,9	15,4	55,8	26,9	28,3	2,2	32,6	19,6	15,2	2,2
	As aulas laboratoriais foram um contributo importante para a minha formação científica *	0,0	0,0	1,9	19,2	46,2	32,7	0,0	4,3	21,7	43,5	26,1	4,3
	Eu adquiri a minha formação científica nas aulas teóricas e não nas aulas laboratoriais *	0,0	11,5	51,9	30,8	5,8	0,0	0,0	6,5	32,6	45,7	15,2	0,0

NR – Não responde; TD – Totalmente em desacordo; D – Em desacordo; PA – Parcialmente de acordo; A – De acordo; TA – Totalmente de acordo

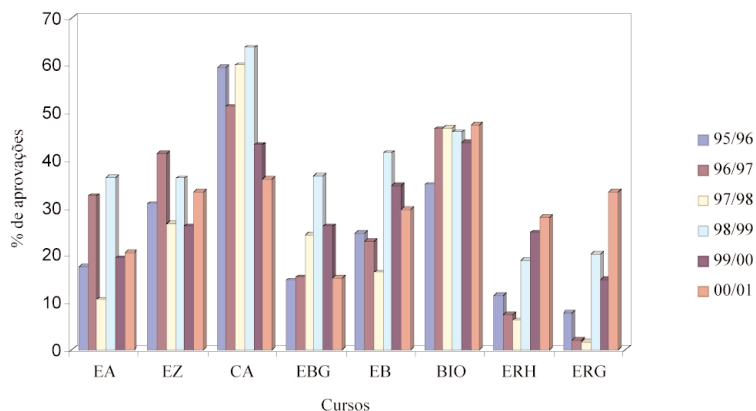
Os itens para aos quais se verificou existirem diferenças estatisticamente significativas entre as respostas dos dois grupos de alunos (da aplicação do teste t de Student resulta sig.(2-tailed)<0,05) estão assinalados com \*.

**QUADRO 3**

**Categorias de respostas mais frequentes obtidas a partir da análise de conteúdo das respostas dadas pelos alunos dos dois grupos às perguntas de resposta aberta.**

Categorias	ERG	ERH
	Subcategorias (Unidades de registo)	Subcategorias (Unidades de registo)
Trabalhos realizados	Interessantes ( 12) Importantes ( 9)	Falta de relação com o curso ( 6) Relação com a teórica ( 5)
Metodologia seguida na elaboração dos projectos	Adequada ( 10) Proporcionou aprendizagens ( 9)	Respostas não analisadas
Metodologia seguida na execução experimental	Adequada (15) Eficaz ( 9)	Pouca participação dos alunos (9) Adequada ( 5)
Motivação para o estudo da Química	Bastante ( 39)	Ausência de motivação ( 10) Pouca motivação ( 7)
Motivação para o prosseguimento do curso	Positiva ( 33)	Não houve influência (15)
Aprendizagem da Química	Bastante ( 32) Pouca ( 6)	Pouca ( 8) Nenhuma ( 6)
Outras aprendizagens realizadas	Metodologia ( 10) Técnicas ( 7)	Não houve ( 5) Métodos de estudo (3)
Utilidade, noutras disciplinas, das aprendizagens realizadas	No curso em geral ( 18) Em disciplinas da especialidade ( 9)	No curso em geral ( 8) Em disciplinas da especialidade ( 5)
Utilidade, na futura profissão, das aprendizagens realizadas	Como conhecimento geral ( 21) Em actividades específicas ( 10)	Em actividades específicas( 8) Não sabe ( 6)
Compreensão do processo de construção da Ciência	Contribuiu bastante ( 19)	Não contribuiu ( 8)

Basearemos ainda a nossa análise e conclusões na percentagem de sucesso na disciplina apresentada no gráfico da Figura 2



EA – Eng. Agrícola; EZ – Eng. Zootécnica; CA – Ciências do Ambiente; EBG – Ensino de Biologia e Geologia; EB – Eng. Biofísica; BIO – Biologia; ERH – Eng. de Recursos Hídricos; ERG – Eng. de Recursos Geológicos

**FIGURA 2**  
**Percentagem de Alunos Aprovados na Disciplina de Química I entre 95/96 e 00/01**

## CONCLUSÕES

Um dos objectivos principais deste projecto era contribuir para o sucesso dos alunos no que diz respeito à aprendizagem da Química. Fazendo a análise dos dados relativos à avaliação da disciplina, estes apontam

para um percurso francamente mais positivo para o curso de ERG, em comparação com o de ERH e, de forma ainda mais acentuada, relativamente aos restantes cursos.

Relativamente ao tipo de abordagem proposta para o trabalho experimental, os resultados obtidos apontam para uma opinião claramente favorável dos alunos de ERG, particularmente em aspectos relacionados com a existência de sessões pré-laboratoriais, com a elaboração dos projectos e com a eliminação de protocolos experimentais tipo “receita”.

Relativamente à motivação para o estudo da disciplina, podemos realçar, como aspectos mais importantes, que o recurso a trabalhos experimentais, de alguma forma relacionados com os interesses dos alunos de ERG, parece ter tido um efeito positivo na sua motivação. Apesar de menos positivas as opiniões dos alunos de ERH, são também favoráveis quando se referem ao papel das aulas laboratoriais na motivação para o estudo da Química.

Relativamente à aprendizagem, esta parece ter sido também positivamente influenciada pelo tipo de abordagem proposta. Parece ainda ter havido uma influência positiva no interesse dos alunos pela disciplina, o que pode ter contribuído para o aumento da aprendizagem, e, conseqüentemente, para o aumento do sucesso destes alunos.

Para além disso, regista-se, também, ao nível da aplicabilidade das aprendizagens efectuadas, noutras disciplinas e até no prosseguimento do curso, uma opinião bastante mais favorável por parte dos alunos que seguiram este tipo de abordagem.

Quanto ao contributo que este tipo de abordagem pode dar para a formação científica dos alunos, registam-se opiniões bastante mais favoráveis no curso de ERG.

Em suma, parece resultar desta análise uma avaliação bastante positiva do tipo de abordagem proposta o que nos leva a concluir que ela pode contribuir para proporcionar a todos os alunos o prazer de aprender Química.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FIGUEIREDO, M. R. D. T.; VIANA C. A. N.; MAIA, M. E. (2001). Experimental work and the teaching of Chemistry at University. *Proceedings of 6th ECRICE/2nd ECCE*. Cachapuz, A. CD-ROM ed. Aveiro.
- GARCÍA GARCÍA, J. J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: Una estrategia didáctica para a enseñanza de la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1), 113-129.
- 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.
- HUNTER, C.; Wardell, S. & Wilkins, H. (2001), Introducing investigatory laboratory work to first year students. *Proceedings of 6th ECRICE/ 2nd ECCE*, Cachapuz, A. CD-ROM ed. Aveiro.
- MIGUÉNS, M. & GARRETT, R. M. (1991). Prácticas en la enseñanza de las Ciencias. Problemas y posibilidades. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 229-236.