

# O Trabalho Experimental no Ensino de Tópicos de Electricidade (8<sup>o</sup> ano)

Fernanda Vasconcelos \*  
Nilza Costa \*\*

Descrevemos a fundamentação e realização de um estudo conduzido em ambiente de sala de aula, numa perspectiva construtivista da aprendizagem. Esse estudo constou da concepção, concretização e avaliação de um conjunto de estratégias didáticas para o ensino de tópicos de Electricidade, integrados na unidade “Produção, Distribuição e Utilização da Electricidade”, da disciplina de Ciências Físico-Químicas do 8<sup>o</sup> ano de escolaridade. A perspectiva de ensino subjacente enquadra-se no denominado movimento das concepções alternativas. Damos uma especial relevância às estratégias didáticas concebidas com recurso ao trabalho experimental. Os resultados obtidos evidenciam as potencialidades desse tipo de estratégias.

## Introdução

A Electricidade é considerada por muitos alunos um assunto difícil [1] e referida por diversos investigadores em Didáctica da Física [2] [3] como uma das áreas onde existem concepções alternativas dos alunos muito estáveis e resistentes à mudança. Tal põe em causa a eficácia de uma abordagem tradicional de tópicos dessa área, nomeadamente circuitos eléctricos, corrente eléctrica e diferença de potencial.

Numa tentativa de melhor compreender e contribuir para uma eventual alteração dessa situação desenvolveu-se, no âmbito de uma tese de mestrado [4], um estudo que consistiu em conceber, concretizar (em ambiente normal de sala de aula) e avaliar um conjunto de estratégias de ensino/aprendizagem, e respectivo material didáctico, para esses tópicos a nível do ensino básico (8<sup>o</sup> ano). Uma das estratégias utilizadas foi o trabalho experimental realizado pelos alunos. Este artigo centra-se na importância desse trabalho.

Alguns investigadores têm vindo a analisar criticamente a eficácia e o papel desempenhado pelo trabalho experimental no ensino das ciências <sup>[6]</sup>. Hodson [5], por exemplo, refere que ele é muitas vezes usado de uma forma tanto excessiva como insuficiente: excessiva, dado que os professores o utilizam por vezes em situações onde outro tipo de estratégias seria mais adequada; insuficiente, na medida em que o seu potencial educativo não é frequentemente conseguido. Para ultrapassar esta situação, Hodson (6) defende a reconceptualização do trabalho experimental, tendo em conta que o ensino das ciências visa:

- i) a aprendizagem das ciências;
- ii) a aprendizagem sobre a natureza das ciências;
- iii) a prática das ciências.

Se diferenciarmos o que é aprender ciências, aprender sobre as ciências e aprender a fazer ciência, devemos reconhecer que os alunos só aprenderão a “fazer ciência” praticando-a, o que lhes permitirá concluir que fazer ciência depende tanto da teoria como da prática.

### Contextualização do Estudo

O nosso estudo envolveu 149 alunos do 8º ano da Escola Secundária de Carvalhos, inseridos em cinco turmas. Destas, três turmas constituíram o grupo experimental (E1, E2 e E3) da responsabilidade da primeira autora, e duas turmas o grupo de controlo, da responsabilidade de outras professoras. O estudo desenvolveu-se em três fases ao longo do ano lectivo de 1994/95. Na primeira fase foi distribuído um questionário sobre conceitos, como pré-teste, que permitiu identificar as concepções prévias dos alunos sobre conceitos de electricidade. Na segunda fase desenvolveu-se, implementou-se, na sala de aula e nas turmas experimentais, e avaliou-se uma proposta de ensino/aprendizagem, numa perspectiva de aprendizagem construtivista; às turmas de controlo foi leccionado o mesmo conteúdo programático, utilizando uma abordagem tradicional. Para a implementação e avaliação da proposta de ensino/aprendizagem foram considerados os seguintes materiais: fichas de trabalho, fichas de problemas e relatórios, fichas de reflexão, fichas de observação de aulas pelos alunos, diário da professora (registo e reflexão sobre as aulas).

Na planificação tivemos em conta três factores:

- a problemática dos conteúdos a abordar, integrados na área temática “Produção, Distribuição e Utilização da Electricidade”;
- a problemática da aprendizagem dos conceitos desses conteúdos (as ideias/concepções dos alunos neste nível de escolaridade);
- a problemática do ensino desses conteúdos (o processo metodológico que seguimos).

A selecção das estratégias didácticas passou pela adopção de um modelo de ensino perspectivado para a mudança conceptual, proposto por Loureiro (7), que inclui as

seguintes quatro fases:

- **Motivação/Consciencialização.** Os alunos explicitam as suas ideias sobre o tópico em estudo e tomam consciência do seu próprio pensamento e do dos seus colegas;
- **Reestruturação.** Abordagem de situações que procuram gerar conflitos, em particular, entre as ideias dos alunos e dados experimentais; apresentação das concepções curriculares;
- **Aplicação.** Abordagem de problemas que levam os alunos a aplicar as novas ideias em várias situações, algumas das quais do quotidiano.
- **Reflexão.** Reflexão pelos alunos e professora sobre a mudança ou a evolução das suas ideias e sobre as estratégias que mais os ajudaram nesse sentido.

### A utilização do trabalho experimental: propostas e resultados

Nesta secção apresentamos duas das propostas do trabalho experimental utilizadas, assim como alguns dos principais resultados.

No tópico “Circuitos Eléctricos” (ver ficha de trabalho 1), o problema colocado à turma consistiu em perguntar, após a professora ter mostrado uma caixa preta com uma lâmpada acesa: “O que existe dentro da caixa?”.

A actividade realizada pelos alunos constou, fundamentalmente, das fases seguintes:

- i) previsões individuais sobre o circuito do interior da caixa;
- ii) discussão em grupo dessas previsões (e chegada ou não a consenso);
- iii) experimentação (o circuito proposto funciona?) e discussão;
- iv) conclusões sobre as condições para acender uma lâmpada.

A nível das previsões individuais os modelos mais frequentes para os circuitos eléctricos foram:

- **Modelo A** – é necessário apenas um fio que liga uma “ponta” da pilha à “ponta” da lâmpada (considera a pilha e a lâmpada unipolares);
- **Modelo B** – são necessários dois fios que saem de cada um dos pólos da pilha para a “ponta” da lâmpada (considera a pilha bipolar e a lâmpada unipolar).

Após a discussão em grupo, foram escolhidos em alguns dos grupos todos os esquemas propostos individualmente e apenas escolhidos noutras grupos o que lhes pareceu mais adequado. Na fase de experimentação (a cada grupo foram fornecidas lâmpadas, pilhas e fios condutores) a maioria dos grupos, após várias tentativas e discussão entre alunos e com a professora, encontrou a solução; as questões colocadas pelos alunos eram do tipo: “o problema está na lâmpada, não é?” (observam com atenção a lâmpada); “o fiozinho que está lá dentro vai até à pontinha preta?” (apontando a extremidade da lâmpada); “o que existe mais lá dentro?”

<sup>[6]</sup> Entende-se por ciências as disciplinas de Física, Química, Biologia e Geologia.

A realização da experiência pelos alunos pareceu-nos crucial como contributo para a conceptualização do circuito eléctrico de um modo operacional. A discussão no grupo, o debate na turma e a formalização/sistematização dos conceitos científicos pela professora pareceu-nos ter contribuído para esclarecer os alunos sobre dois aspectos importantes, numa abordagem a nível elementar da Electricidade: i) a necessidade do circuito estar fechado para que funcione (neste caso, a lâmpada acender); e ii) a bipolaridade dos elementos de um circuito eléctrico (pilha, lâmpada, etc.).

No tópico “Corrente Eléctrica - suas propriedades” (ver ficha de trabalho 2), os problemas colocados à turma foram: “A corrente eléctrica terá uma dada direcção? Será que a corrente eléctrica se conserva num circuito?” A actividade proposta aos alunos constou fundamentalmente das fases seguintes:

- i) previsões individuais num circuito simples (com pilha, lâmpada e dois amperímetros um de cada lado da lâmpada) sobre o sentido da corrente e o valor indicado num dos amperímetros, sabendo que o ponteiro do outro amperímetro apontava para a direita uma unidade;
- ii) discussão em grupo dessas previsões (e chegada ou não a consenso);
- iii) experimentação e discussão;
- iv) conclusões sobre o sentido e a conservação da corrente eléctrica.

A nível das previsões individuais, a maioria dos alunos considerou que a corrente eléctrica é bidireccional (o ponteiro aponta para a esquerda) e que a intensidade da corrente é a mesma nos dois amperímetros porque “*sai de ambos os pólos da pilha a mesma quantidade*”. Os restantes alunos consideraram a corrente eléctrica unidireccional e a intensidade da corrente a mesma nos dois amperímetros porque “*a corrente se reparte pelos dois amperímetros*”.

Verificámos que os alunos, com base na experimentação, discussão e argumentação, adoptam sem grande hesitação o modelo unidireccional para a corrente eléctrica, o mesmo não acontecendo relativamente ao modelo conservativo da corrente. Assim, embora os alunos o pareçam aceitar operacionalmente (“*a corrente eléctrica é a mesma antes e depois da lâmpada, porque medimos o seu valor e é igual*”) fizeram comentários do tipo “*vimos que a corrente anda só para um lado, então não devíamos ler o mesmo valor nos dois amperímetros, este (apontando para um deles) devia ler menos, gastou-se um bocadinho de corrente na lâmpada; não percebo!*”. Há mesmo alunos que manifestam relutância em aceitar a evidência experimental (o mesmo valor nos dois amperímetros) formulando questões do tipo “*os amperímetros estão a funcionar bem? Será que a corrente diminui um bocadinho e não se nota no amperímetro?*”.

## Ficha de trabalho 1

### Circuitos Eléctricos

1 Desenha o esquema da montagem, que julgas poder existir dentro da caixa negra e que faz acender a lâmpada. Justifica porque pensas que essa montagem funciona.

Caso não consigas especifica as dificuldades que o problema te levanta.

2 Discute no teu grupo de trabalho os esquemas, as justificações e as eventuais dificuldades na realização da tarefa individual; selecciona um ou mais esquemas que julgas poderão funcionar

3 Faz a montagem dos esquemas referidos anteriormente. Regista se a montagem funciona ou não funciona, ou seja, se a lâmpada acende ou não acende.

Se há alguma montagem que não funciona, refere qual julgas poder ser a causa.

4 Com base no trabalho que efectuaste ao longo desta aula e nas discussões ocorridas, indica as condições necessárias para que uma lâmpada acenda.



As conclusões dos grupos nesta ficha de trabalho e as questões colocadas durante a discussão no grupo “*O que se gasta na lâmpada?*”, “*Porque é que a pilha ao fim de algum tempo se gasta?*”, “*Porque é que a corrente eléctrica é a mesma do lado direito e do lado esquerdo da lâmpada?*” serviram de base ao debate onde foram clarificados vários aspectos, nomeadamente: i) o papel dos amperímetros – alguns alunos não os conceptualizaram como instrumentos de medida, mas sim como aparelhos eléctricos (tipo lâmpada); ii) o termo “corrente eléctrica” para os alunos tem dois significados: “*algo que circula no circuito eléctrico*” e “*algo que se gasta na lâmpada*”; foi então feita a distinção entre corrente eléctrica e energia eléctrica, salientando o papel que a corrente eléctrica desempenha no transporte de energia eléctrica num circuito eléctrico.

Da experiência vivida de ensino/aprendizagem, parece-nos que:

- i) a medição do valor da intensidade da corrente eléctrica nos dois amperímetros colocados entre a lâmpada é uma das experiências que, para além de ajudar à conceptualização do modelo científico da corrente eléctrica, pode contribuir para a superação da análise sequencial dos circuitos eléctricos;
- ii) a conceptualização da conservação da corrente eléctrica foi fundamental na análise dos circuitos eléctricos.

### Alguns resultados

A metodologia adoptada parece ter sido aceite positivamente pela generalidade dos alunos. A professora verificou, também, que o grau de participação e interesse dos alunos foi genericamente superior ao normalmente observado em “aulas normais” manifestando-se, por exemplo, no número de questões colocadas durante a aula (no grupo, directamente à professora, ou ainda na turma) e na atenção e respeito revelados pelos alunos quando ouviam a opinião dos outros colegas ou da professora. Este aspecto registado pela professora está de acordo com muitos dos aspectos positivos apontados pelos alunos (na ficha de observação de aulas): *“Fazer perguntas relacionadas com o dia-a-dia”, “Foi melhor sermos nós a fazer a experiência porque assim aprendemos melhor”, “Aprendemos melhor, surgiram muitas ideias”, “Podemos ouvir as opiniões e trocá-las”, “Há mais opiniões e por isso há mais empenho”, “Reflecti sobre a direcção e conservação da corrente eléctrica num circuito”.*

**Tabela 1**

Classificação (média) atribuída pelos alunos, de cada turma, à utilidade das diferentes estratégias na abordagem do tópico “Corrente eléctrica”. A escala é 1 – nada útil; 2 – um pouco útil; 3 – útil; 4 – muito útil

Estratégias	Turma E1 (n=30)	Turma E2 (n=30)	Turma E3 (n=30)
Debate na turma	3,4	3,1	2,6
Discussão no grupo	3,5	3,4	3,2
Realização de experiências	3,9	3,8	3,7
Explicação da professora	3,7	3,7	3,6

Julgamos que o trabalho experimental foi uma das estratégias que teve grande importância na eficácia da metodologia utilizada. Esta é também a opinião dos alunos, uma vez que foi uma das estratégias mais valorizadas em todos os tópicos (ver a Tabela 1).

Como se pode verificar na Tabela 1, os alunos consideraram que todas as estratégias utilizadas contribuíram para a evolução das suas concepções. Contudo, a “realização de experiências” e a “explicação da professora” são as estratégias que obtiveram maior classificação em todas as turmas, o que parece significar que, para os alunos, estas foram as estratégias mais úteis.

### Ficha de trabalho 2

#### Corrente eléctrica – Suas propriedades

1 Vamos hoje estudar um pouco mais a grandeza física corrente eléctrica. Vamos reflectir e fazer experiências que nos vão ajudar a responder às seguintes questões:

Será que a corrente eléctrica se conserva num circuito eléctrico?

A corrente eléctrica terá uma dada direcção?

Observa a montagem seguinte. Há dois amperímetros num circuito com uma lâmpada e uma pilha.



O ponteiro no amperímetro  $A_1$  aponta uma unidade para a direita. Prevês que o ponteiro do amperímetro  $A_2$ .

- Aponte para a direita 1 unidade
- Aponte para a direita menos que 1 unidade
- Aponte para a direita mais que 1 unidade
- Aponte para a esquerda 1 unidade
- Aponte para a esquerda menos que 1 unidade
- Aponte para a esquerda mais que 1 unidade

Indica as tuas razões em relação quer à direcção em que o ponteiro se desloca, quer ao valor por ele indicado.

2 Escreve como poderias estudar experimentalmente as previsões feitas em 1.

Verifica se os resultados obtidos estão de acordo com as tuas previsões. No caso de desacordo tenta explicar esse facto.

3 O que podes concluir das discussões e experiências realizadas em relação às duas propriedades – direcção e conservação da corrente eléctrica?

O resultado do processo de ensino ao nível da aprendizagem de conceitos foi avaliado a partir das respostas dos alunos ao “Questionário de conceitos” antes do ensino (A), logo depois de ensino (D) e seis meses depois (D6). A Tabela 2 apresenta esses resultados, no grupo experimental e no grupo de controlo, para algumas concepções alternativas dos alunos em Electricidade. Antes do ensino, a maioria dos alunos no grupo experimental e de controlo evidenciaram um conjunto semelhante de concepções alternativas identificadas na literatura (não havendo diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos). Logo após o ensino, o grupo experimental e o grupo de controlo revelaram um comportamento diferente no que diz respeito à evolução das suas concepções (há diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos). Assim, no grupo experimental diminuiu acentuadamente a percentagem de respostas que envolvem concepções alternativas, enquanto no grupo de controlo essa percentagem se manteve, variou ligeiramente ou até aumentou (lâmpada unipolar, corrente eléctrica não conservativa).

### Considerações finais

Os nossos resultados parecem indicar que a metodologia de ensino utilizada se revelou mais eficaz na promoção do desenvolvimento e modificação conceptual dos alunos do que metodologias tradicionais. Esta conclusão, embora possa não ser generalizável, reforça a nossa convicção de que se pode conseguir uma melhoria na aprendizagem utilizando estratégias de ensino baseadas numa perspectiva construtivista da aprendizagem.

O trabalho experimental foi uma das estratégias mais valorizadas pelos alunos em todos os tópicos. Este facto pode estar relacionado com o tipo de trabalho utilizado, e que se pautou pelas seguintes características: experiências concebidas para explorar, desenvolver e eventualmente modificar as ideias dos alunos e ainda incentivo às tentativas dos alunos de repensar e a reelaborar as suas ideias; assim, para além de motivar, ensinar destrezas laboratoriais, promover a compreensão de conceitos científicos, o trabalho experimental procurou, ainda, desenvolver atitudes científicas, envolvendo os alunos em pequenos trabalhos de pesquisa. Dada a importância do papel desempenhado pela professora nesta metodologia e, em particular, no planeamento do trabalho experimental, consoante as recomendações no programa da disciplina de Ciências Físico-Químicas do ensino básico e na literatura da especialidade, impõe-se que a actividade docente seja precedida e/ou acompanhada de uma actualização na formação de professores que dê resposta a essas exigências.

**Tabela 2**

Resultados da análise dos dados dos pré (A) e pós-testes (D e D6) nas turmas experimentais e de controlo (valores em percentagem).

Nota: A – pré-teste; D – Pós-teste logo após o ensino; D6 – pós-teste seis meses depois do ensino

Concepções Alternativas	Percentagem de alunos nas:					
	Turmas experimentais			Turmas de controlo		
	A (n=90)	D (n=86)	D6 (n=85)	A (n=59)	D (n=59)	D6 (n=54)
A bateria como reservatório de corrente eléctrica	47,8	23,3	30,6	54,2	45,8	50,0
Existência de corrente eléctrica em circuito aberto	80,0	36,0	54,1	83,0	91,5	81,5
Corrente eléctrica bidireccional	45,6	8,1	12,9	35,6	35,6	40,7
Corrente eléctrica não conservativa	38,9	19,8	14,1	36,6	47,5	48,2
Lâmpada unipolar	65,2	9,3	9,4	42,8	79,7	77,8
A lâmpada consome corrente eléctrica	63,4	21,0	36,0	66,5	60,0	61,5

\* Escola Secundária de Santa Maria da Feira  
[escsmf@mail.telepac.pt](mailto:escsmf@mail.telepac.pt)

\*\* Universidade de Aveiro/Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa  
[nilza@dte.ua.pt](mailto:nilza@dte.ua.pt)

#### Referências:

- [1] Neto, A., Valente, M. e Valente, M. O. (1991). "Circuitos elementares de corrente contínua: dificuldades de aprendizagem e formas de as superar", *Gazeta de Física* 14 (3) 94-106.
- [2] Shipstone, D. (1988). "Pupil's understanding of simple electrical circuits: some implications for instruction", *Physics Education* 23, 92-96.
- [3] Licht, P. (1991). "Teaching electrical energy, voltage and current: an alternative approach", *Physics Education* 26 (5), 272-277.
- [4] Vasconcelos, F. (1997). "O ensino/aprendizagem de tópicos de Electricidade (8º ano) numa perspectiva de mudança conceptual: um estudo de investigação-ação", tese de mestrado, Universidade do Minho, Braga.
- [5] Hodson, D. (1994). "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio", *Enseñanza de las Ciencias* 12 (3), 299-313.
- [6] Hodson, D. (1996). "Practical work in school science: exploring some directions for change", *International Journal of Science Education* 18 (7), 755-760.
- [7] Loureiro, M. (1991). "Uma nova abordagem ao ensino da Electricidade – 8º ano", em *Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino*, Universidade de Aveiro, Aveiro, 212-224