

## ORIENTAÇÕES DO TRABALHO EXPERIMENTAL: Percorrer um Caminho do Tradicional ao Inovador

*M.<sup>a</sup> de Fátima Paixão\**

**Palavras-chave:** Trabalho Experimental, Epistemologia, Químicas/Conservação da Massa, Formação de Professores.

### **1.** Introdução

Dez anos de Reforma Curricular em Portugal. Apenas três com o novo Programa de Física e Química (FQ) para o 3º Ciclo do Ensino Básico (Programa 1995). Muitos Manuais Escolares (ME) de acordo com o Novo Programa. Formação Contínua de Professores obrigatória.

Neste quadro e com o avanço da investigação em Didáctica das Ciências seria de esperar que imagens empiristas/indutivistas, culminando na ideia de "método científico" como conjunto de regras definidas, estivessem já afastadas das práticas de ensino e em particular das orientações para o Trabalho Experimental (TE) e, pelo contrário, fosse mais comum um desenvolvimento principalmente guiado por marcos teóricos, modelos coerentes, contextualização permanente, significados fortes, marcadamente mais criativo e significativo para os alunos, "mudando prioridades na educação em Ciência" (Hodson e Reid, 1988; Hodson, 1992). As novas orientações vão para uma perspectiva de considerações sobre a natureza da ciência e do trabalho científico, integrando aportações recentes da História e da Filosofia da Ciência (Cleminson, 1991).

O Programa Oficial de Física e Química dá grande relevo à realização/exploração de TE nas aulas, na perspectiva de que "as ocasiões para trabalho experimental e prático constituam situações de desafio para os alunos, estimulando a sua criatividade e imaginação" (Programa, 1995, 25). Os ME desenvolvem grande parte do texto com propostas de TE. A creditação do TE pelos professores como componente fundamental para a aprendizagem é igualmente muito valorizada.

Contudo, apesar da elevada cotação, nem sempre são claras as suas

---

\* Esc. Sup. de Educação – Instituto Politécnico de Castelo Branco – Rua Prof. Dr. Faria de Vasconcelos – 6000 Castelo Branco

funções, as suas potencialidades, e menos ainda a distinção entre uma orientação tradicional e uma proposta mais inovadora. As estratégias delineadas e as próprias "Fichas" que servem de orientação aos alunos, numa forma aparentemente neutra, encerram quase sempre posicionamentos muito conotados com epistemologias de pendor positivista e que não incluem outras vertentes potenciadoras de aprendizagens significativas.

O objectivo da comunicação é, nesse sentido, provocar o confronto entre propostas de ensino com componente experimental de fundamentações epistemológicas afastadas.

## **2. O tema conservação da massa nas reacções químicas**

Razões de diversa natureza, embora convergentes, estiveram na origem e no interesse da escolha do tema científico da investigação que desenvolvemos: "Conservação da massa nas reacções químicas":

– **Centralidade no Programa.** "Nesta unidade temática, inicia-se também o estudo das reacções químicas, começando por reconhecer a conservação da massa (...). Em toda a unidade se exploram as implicações da Química em múltiplos domínios, para além do interesse científico por si mesmo." (Programa, 1995; 17).

– **Tema pré-requisito para toda a compreensão subsequente da Química.** A compreensão do princípio da conservação da massa, bem como o conhecimento da teoria geral das reacções químicas, são imprescindíveis para a compreensão de toda a estrutura desta "ciência das propriedades e transformações das substâncias".

– **Importância do ponto de vista epistemológico.** O estudo da controvérsia que acompanhou o estabelecimento de uma teoria geral para as reacções químicas, em que o princípio da conservação da massa que guiou Lavoisier no estabelecimento da sua teoria se transformou em lei empírica, não pode ser substituído, como não pode passar para os alunos uma imagem de construção empírica do edifício da Ciência, como a que geralmente pode ser veiculada por professores cuja tendência dominante aponta nesse sentido (Praia e Cachapuz, 1994).

– **Importância do tema no contexto social e tecnológico actual e previsivelmente futuro.** Domínios industriais, sociais etc., em particular do con-

ceito de conservação da massa e das reacções de combustão - fogos florestais, encineradoras e reciclagem, centrais térmicas, etc..

– **Existência de Concepções Alternativas (CA) relativamente a este assunto** que permanecem ao longo da escolaridade (Hesse e Anderson, 1992; Oñorbe de Torre y Sanchez Jiménez, 1992; Garnett, *et al* 1992).

– **Valor histórico-cultural da temática** pela correspondência a um período da História da Humanidade e da História da Ciência (HC) forte de implicações económicas, sociais, políticas, científicas. Após a comemoração dos 200 anos da morte de Lavoisier a literatura disponível sobre este período da História da Química aumentou em quantidade e qualidade e como diz Praia (1995; 183), também neste caso, "Trata-se de uma controvérsia bem documentada".

– **Valor didáctico** de um tema em que as questões epistemológicas associadas ao TE e HC permitem abordagens significativas para os alunos, aprendendo "sobre Ciência" (Hodson, 1992). A lei da conservação da massa é considerada geralmente muito simples e facilmente compreensível porque não tem um grande aparato matemático à sua volta e porque a sua definição é facilmente memorizável. Contudo a sua aplicação supõe uma compreensão enlaçada de muitos outros conceitos fundamentais como substância, matéria, massa, volume, densidade.

#### **4. A abordagem tradicional**

O Programa, ao nível da Organização do Ensino aponta objectivos específicos muito limitados, tal como as sugestões metodológicas.

Uma proposta muito comum em ME para o tratamento do tema da conservação da massa nas reacções químicas é a "verificação da lei de Lavoisier" na reacção entre o nitrato de chumbo e o iodeto de potássio, para se obter iodeto de chumbo, que precipita, e nitrato de potássio.

Os professores seguem com frequência abordagens próximas das sugeridas no Programa ou das indicadas nos ME e conhecemos práticas de ensino deste assunto, nomeadamente através de estudos naturalísticos, que nos permitem inferir que se trata de uma forma habitual.

Analisemos então uma "Ficha" de Trabalho Experimental que poderá traduzir uma abordagem metodológica possível:

### FICHA DE TRABALHO EXPERIMENTAL

**Objetivo:** Verificar através de experiências se nas reacções químicas há ou não variação de massa.

**Problema:** Será que a massa total das substâncias que participam numa reacção química se conserva?

Para responderes a esta questão vais realizar a seguinte experiência:

**Material:**

Tubo de ensaio pequeno, Erlenmeyer, Fio, Rolha para o erlenmeyer, Balança, Solução de nitrato de chumbo, Solução de iodeto de potássio.

**Montagem:**



**Realização experimental:**

1 - Coloca uma pequena porção (15 ml aproximadamente) de solução de iodeto de potássio no erlenmeyer.

2 - Coloca um volume semelhante no tubo de ensaio, introduzindo-o em seguida no erlenmeyer como indica a figura da montagem.

3 - Coloca este conjunto sobre a balança e regista o valor da massa do conjunto, na tabela.

4 - Deixa cair o tubo de ensaio dentro do erlenmeyer para que haja contacto das duas substâncias. Volta a colocar a rolha. O que observas?

5 - Regista de novo o valor da massa, completando a tabela.

Massa inicial (erlenmeyer, tubo de ensaio, fio, rolha, solução de iodeto de potássio; solução de nitrato de chumbo)	
Massa final (erlenmeyer, tubo de ensaio, fio, rolha, solução dos produtos obtidos na reacção)	

**Conclusão:**

Figura 1

Analisando a proposta que tal protocolo sugere, consideram-se alguns aspectos:

– **Objectivo muito limitado** - embora seja retirado directamente do texto programático traduz uma perspectiva instrumental da ciência.

– **Falso problema** no que diz respeito à questão da conservação da massa nas reacções químicas, ignorando-se o problema da conservação da massa em reacções em que alguma das substâncias envolvidas é gasosa.

– **Existência de uma sequência linear** - a concretização dos vários passos propostos conduziria à conclusão, a retirar pelos alunos numa ilusão de descoberta.

– **Ideia de facilitismo** - uma única experiência mostra-se suficiente para tirar uma conclusão ou para confirmar uma lei, que foi tão polémica e difícil em termos da HC.

– **Os erros são evitados** pela indicação de todos os passos.

– **Não existem questões teóricas antecedendo a experiência.**

– **Não se têm em conta as ideias dos alunos.**

– **Centrado na Observação e na Experiência.**

– **Ausentes outros aspectos do Trabalho Experimental** - os alunos rapidamente se centram na experiência, pela experiência, e ignoram a intenção com que iniciaram a ficha.

– **A referência histórica** está ausente ou então tem um papel meramente ilustrativo, no remate da aula.

## **5. Fundamentação para uma Proposta Inovadora**

A aprendizagem não pode ser encarada como meramente cumulativa do conhecimento mas como um processo activo no qual o aluno está envolvido (Wheatley, 1991).

Ao mesmo tempo podemos considerar um Quadro Conceptual baseado na Nova Filosofia da Ciência e que oriente o ensino das Ciências (Paixão e

Cachapuz, 1997) que referimos em poucas linhas: O conhecimento científico não é absoluto; ou seja, tem um estatuto temporário e os erros devem ser reflectidos; As descobertas têm contexto e estrutura que a HC ajuda a compreender; Os cientistas fazem parte do próprio mundo que investigam e submetem constantemente os seus resultados à certificação de uma comunidade científica; Não existe um método único de produção de conhecimento científico; Não existe observação isolada da teoria e é esta que lhe dá sentido; as teorias científicas servem para interpretar e explicar tentativamente os fenómenos naturais; A Ciência não é impessoal e aproblemática, mas em interrelação estreita com a Tecnologia e a Sociedade.

Considera-se, assim, que os objectivos específicos na proposta de Organização do Ensino/Aprendizagem e as indicações metodológicas apresentados no Programa não correspondem a uma forma didacticamente interessante e que simultaneamente nos parece profundamente afastada da perspectiva que o próprio texto oficial, ao nível dos Princípios Orientadores, sugere. Numa análise mais atenta ao Programa como documento orientador do trabalho do professor, encontramos aspectos próximos de uma perspectiva construtivista para o ensino da FQ, incentivadoras de um ensino diferente. Embora não dispensando uma leitura mais completa e crítica do texto completo transcrevem-se alguns aspectos considerados orientadores:

Relativamente à função e atitude do professor:

*"Caberá a cada professor escolher as situações que considera mais relevantes (sugeridas na explicação das áreas temáticas ou não), tendo em conta os interesses e as ideias prévias dos alunos; pois os métodos de ensino são da exclusiva responsabilidade de cada professor."* (Programa, 1995, 25).

E dando orientações sobre o entendimento do TE:

*"O trabalho experimental/prático, dentro e fora do laboratório, deverá permitir que os alunos realizem, eles próprios, uma enorme variedade de experiências, registando as suas observações, explicando e aprofundando os resultados, procurando tirar conclusões com base nos conhecimentos teóricos já adquiridos. Dessa forma os alunos irão desenvolvendo a capacidade de observação, aprenderão a planear e a fazer investigações, a recolher e a sistematizar dados, a tirar conclusões, a fazer previsões, a estabelecer hipóteses e a comunicar os seus resultados."* (Programa, 1995, 25).

Ainda, e no que diz respeito à Organização do Ensino/aprendizagem:

*"Os "Processos de trabalho científico" não constituem uma área a desenvolver separadamente, mas sim uma área de competências que devem integrar-se e desenvolver-se ao longo de todas as áreas (unidades) temáticas. Por isso, cada professor deverá prever a organização de situações de aprendizagem que permitam ir ao encontro dos objectivos relativos aos "Processos de trabalho científico". (...) Em muitos casos, a prática destes processos torna-se*

*uma forma mais segura de adquirir conhecimento científico do que qualquer descrição científica correcta e ordenada de conhecimentos." (Programa, 1995, 35).*

## **6. Caracterização de uma proposta inovadora**

Com um Quadro Conceptual baseado na Nova Filosofia da Ciência e as indicações explícitas no Programa, a orientação das práticas de ensino no que respeita ao TE torna-se mais clara e seguirá necessariamente afastada das habituais propostas. Tais considerações implicam passar para situações de ensino em que se propõem estratégias em que os alunos explicitem, explorem, reflectam e testem as suas ideias, planeiem experiências, façam relatórios numa perspectiva crítica em vez de meramente descritiva, comuniquem os seus resultados, encarando o TE de uma forma afastada da perspectiva ilustrada.

Por exemplo, no âmbito do tema em análise, as combustões em sistema aberto são bons exemplos para confrontar os alunos com a alteração de massa registada numa balança e que pode ser confrontada com as suas CA habituais.

Sugere-se fazer o percurso semelhante àquele que Lavoisier e os seus colaboradores fizeram, dando aos alunos oportunidade de reflectirem sobre a dificuldade de estabelecer novas teorias, o planeamento, a comunicação e a discussão de tais resultados, a exploração do erro. Tem igualmente lugar a leitura de textos sobre a teoria anterior (flogisto) que veio a ser substituída pela teoria do oxigénio de Lavoisier, ou adaptações desses textos e a discussão de aspectos que envolveram a mudança de teoria.

Por fim estendemos a outras reacções químicas... e é agora que tem, por exemplo, lugar e oportunidade a reacção de que já falámos, entre o nitrato de chumbo e o iodeto de potássio, uma vez que tal princípio se estende a todas as reacções químicas e não só às combustões. Mas nesta orientação, naturalmente se compreenderá que um protocolo como o apresentado não terá adequação didáctica.

## **7. Conclusões**

O tema tem sido ponto de passagem para a cristalização de um saber académico, em si, gerador de oportunidades de resolução de exercícios de acerto de equações e estequiométricos, que mesmo quando os alunos resolvem, não significa compreensão do assunto.

Tal como é proposta, e no enquadramento que se pretendeu fazer dentro do esquema programático para o 8º ano, a abordagem do tema pelo recurso à HC e ao TE, pode ajudar os alunos a compreender os conceitos científicos envolvidos e a desenvolver atitudes de trabalho científico.

Tem que haver uma leitura do Programa a começar pelos PO para que a segunda parte seja pelo professor entendida como sugestões em que ele é implicado na selecção e organização do seu ensino, podendo tornar-se mais autónomo e mais criativo, de acordo com as necessidades dos alunos para uma aprendizagem mais significativa.

Assim, para percorrer o caminho de inovação no TE propõe-se aos professores que conheçam o assunto numa perspectiva científica com uma base epistemológica mais fundamentada bem como as CA mais frequentes nos alunos e que têm paralelismo com as ideias da HQ, no âmbito do tema.

Há assim necessidade de os professores se actualizarem, particularmente nestas áreas que assumem uma importância central no âmbito do Programa e da formação dos alunos.

Tal implica traçar planos de formação de professores numa perspectiva em que os próprios se sintam implicados no processo de reflexão sobre a sua própria prática de ensino com vista a uma alteração de situações habituais e que os levem a percorrer um caminho que vai do tradicional ao inovador. É o que estamos a fazer na nossa investigação.

### Agradecimentos

Ao Professor Doutor A. F. Cachapuz da Universidade de Aveiro pela orientação do Projecto no âmbito do qual este trabalho se desenvolveu e ao Instituto de Inovação Educacional, PI/15/94, pelo apoio financeiro.

### Referências Bibliográficas

Cleminson, A.

(1991). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science. *Journal of research in science teaching*, 27 (5), 429-445.

Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W.

(1995). Student's alternative conceptions in chemistry: a review of research and implications for teaching and learning. *Studies in science education*, 25, 69-95.

Hesse, J. J., & Anderson, C. W.

(1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of research in science teaching*, 29 (3), 277-299.

- Hodson, D.  
(1992). Assesment of practical work: some considerations in Philosophy of science. *Science & education*, 1 (2), 115-144.
- Hodson, D., & Reid, D.  
(1988). Changing priorities in science education. *School science review*, 70 (251), 159-165.
- Oñorbre de Torre, A., & Sánchez Jiménez, J. M.  
(1992). La masa no se crea ni se destruye. *Enseñanza de las ciencias*, 10 (2), 165-171.
- Paixão, M., F. & Cachapuz, A.  
(1997). *Dimensión epistemológica de los programas de física y química y implicaciones en las prácticas de enseñanza: qué lectura hacen los profesores?* Comunicação apresentada ao V Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Murcia.
- Praia, J. F., & Cachapuz, A. F.  
(1994). Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los Profesores Portugueses de la Enseñanza Secundária. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 350-354.
- Praia, J. J. F. M.  
(1995). *Formação de professores no ensino da geologia: Contributos para uma didáctica fundamentada na epistemologia das ciências. O caso da deriva continental*. Tese de Doutoramento (não publicada). Universidade de Aveiro, Aveiro.
- M. E.  
(1995). *Programa de física e química 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Wheatley, G. H.  
(1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science education*, 75(1), 9-21.