

O uso de testes diagnósticos e a identificação de dificuldades na aprendizagem do tema Energia e Reacções Químicas (8.º ano de escolaridade)

Isabel P. Martins ^a
António F. Cachapuz ^a

1. POSIÇÃO DO PROBLEMA

O objectivo deste estudo é alertar os professores de Química sobre a natureza de algumas dificuldades que os alunos do 8.º ano de escolaridade podem, eventualmente, apresentar no que respeita à aprendizagem do tema «Energia e Reacções Químicas», em particular sobre reacções de combustão, e suas implicações educacionais. Simultaneamente, o estudo visa facultar aos professores interessados em adoptar uma perspectiva construtiva do ensino da Química, meios de diagnóstico dessas mesmas dificuldades de aprendizagem, com possibilidade de serem facilmente utilizados na sala de aula. O trabalho que se apresenta faz parte da investigação que os autores vêm desenvolvendo na Universidade de Aveiro sobre o ensino-aprendizagem do tema «Energia e Reacções Químicas» [1] [2]. Os resultados agora apresentados foram obtidos através de um questionário administrado a 350 alunos do 8.º ano de escolaridade, distribuídos por 13 turmas (selecção aleatória) de escolas secundárias da região centro do País, após instrução do tema referido. A elaboração e administração do questionário obedeceram às normas usuais tendo em vista assegurar a sua validade. Em particular, foi inspeccionado previamente pelos professores dos alunos envolvidos, e foi precedido de um estudo piloto (N=60). As duas questões que aqui se apresentam, de resposta múltipla e formato verdadeira (V)/falsa (F), foram organizadas de modo a testar, nos alunos inquiridos, duas hipóteses de trabalho. Tais hipóteses de trabalho (H) fundamentam-se em dados obtidos a partir de entrevistas individuais feitas a alunos do 3.º ciclo do Ensino Básico, no contexto de trabalhos de investigação acima referidos:

H₁: A energia como reagente e/ou produto da reacção — Questão 1.

H₂: Conceito inadequado de reacção endo e exotérmica — Questão 2.

2. RESULTADOS

2.1. A energia como reagente e/ou produto da reacção

Q1 — *O José todos os dias de manhã, antes de ir para a escola toma o seu pequeno-almoço. Para isso aquece o leite no fogão a gás que tem em casa. Estamos perante uma reacção de combustão do gás que se encontra na botija.*

- 1 — Um dos reagentes envolvidos na reacção é a energia fornecida para iniciar a combustão do gás..... []
2 — O vapor de água não é produto da reacção, porque se o fosse, ao formar-se apagaria a chama..... []
3 — Um dos produtos resultantes da reacção é a energia térmica (calor) que se sente á volta da chama.. []
4 — Um dos produtos da reacção é o dióxido de carbono..... []

Os itens directamente relevantes para a hipótese de trabalho H₁, eram os itens 1 e 3. O item 2 foi incluído para testar em que medida o senso comum poderia contribuir para uma noção inadequada de sistema químico através da ideia de conservação de substância, um aspecto identificado por outros autores [3] [4] em reacções de combustão.

QUADRO 1
Respostas inadequadas a Q1 (em %)

Item	1	2	3	4
Respostas inadequadas (%)	65,7	32,9	76,3	43,0

Os resultados obtidos (Quadro 1) sugerem a existência de concepções inadequadas sobre a natureza do sistema e dos seus limites, com particular destaque para a ideia de energia como produto da reacção. Os alunos nesta situação não parecem ser capazes de integrar observações correntes num modelo coerente de reacção química. Razões possíveis para as dificuldades encontradas podem ter a ver com:

a) o uso de linguagem ambígua, por exemplo, «dar energia aos reagentes» (esta passaria, então, a pertencer ao sistema); uma alternativa que se afigura como vantajosa seria «energia necessária para iniciar a reacção».

b) a representação inadequada das equações químicas, nela incluindo o termo energético, como $A + B \rightarrow C + D + \text{energia}$ (particularmente frequente em manuais escolares de Biologia, e, também, em alguns de Química).

O resultado do item 2 (32,9% de respostas inadequadas) revela a existência de um conflito latente entre senso comum e conhecimento científico, situação provavelmente extensiva a outras reacções de combustão do programa de Química. Neste caso, e por falta de um modelo formal de reacção química, os alunos transferiram para a tarefa proposta o seu modelo de propriedades familiares da água.

— Indicar a validade das seguintes afirmações utilizando a chave: F — afirmação falsa; V — afirmação verdadeira.

^a Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro.

2.2. Conceito inadequado de reacção endo e exotérmica

Q2 — Numa noite de muito frio, o Nuno acendeu com a ajuda de fósforos um fogueira para se aquecer.

— Indicar a validade das seguintes afirmações utilizando a chave: F — afirmação falsa; V — afirmação verdadeira.

- 1 — Trata-se de uma reacção exotérmica porque o exterior recebe a energia térmica libertada durante a combustão []
 2 — Trata-se duma reacção em parte endotérmica e em parte exotérmica, porque teve de fornecer-se energia para acender a fogueira e em seguida esta energia foi libertada sob a forma de calor []
 3 — Trata-se duma reacção endotérmica, porque para aceder a fogueira foi necessário fornecer energia do exterior (por exemplo: riscar o fósforo) []
 4 — Trata-se duma reacção exotérmica, porque houve libertação de gases (fumos) resultantes da combustão da madeira []

QUADRO 2
Respostas inadequadas a Q2 (em %)

Item	1	2	3	4
Respostas inadequadas (%)	32,0	64,6	41,0	51,0

Os resultados obtidos (Quadro 2) parecem indicar que para um número substancial dos alunos inquiridos os conceitos de reacção endotérmica e exotérmica não envolvem a ideia de saldo energético. Embora a noção de saldo energético só seja prevista, explicitamente, ser introduzida a nível do 11.º ano de escolaridade, resultados recentes [5] sugerem que dificuldades encontradas a nível do 11.º ano tiveram a sua génese no 8.º ano de escolaridade.

Particularmente relevante é o caso do item 2: cerca de 65% dos alunos consideram que é a energia de activação que se vai libertar para o exterior. Deste modo, o modelo conceptual subjacente parece assentar na tentativa de conciliação entre as noções de conservação da energia e um modelo mecanicista de condutividade térmica (o que entra por um lado sai pelo outro). Um tal modelo assenta na ideia de «energia como entidade material» e é possível que, a exemplo de outros estudos [5], os alunos pensem que a chama derivada da combustão provenha directamente da chama do fósforo. Para melhor diferenciar os atributos do agente activador do sistema inicial, de aspectos fenomenológicos da energia resultante, sugere-se a realização de reacções com iniciação não envolvendo chama (caso do hidróxido de sódio e cloreto de amónio sólidos, pulverizados num almofariz, ou a combustão de um pedaço de papel com a ajuda de uma lente).

Os resultados sugerem ainda a dificuldade de alunos do 8.º ano em conceber a existência de reacções endotérmicas espontâneas (item 3). Em termos didácticos, e dado que os professores não «podem» abordar o critério de espontaneidade das reacções químicas, a nível do 8.º ano de escolaridade, uma sugestão para ajudar os alunos a irem construindo esse conceito é proporcionar a observação da diminuição de temperatura em

reacções em que esta é acentuada (por exemplo, nitrato de amónio ou cloreto de amónio e água).

Finalmente, dada a utilização de ideias de reacção exotérmica baseadas em atributos de ordem fenomenológica (item 4), parece ser aconselhável aos professores diversificarem sempre que possível as experiências realizadas de modo a controlarem tais atributos. Por exemplo, assegurarem-se que, aquando da realização experimental de reacções exotérmicas não envolvendo fumos nem chama (por exemplo, cal e água) os alunos mesmo assim as reconhecem como tal.

3. CONCLUSÕES

O estudo levado a cabo parece indicar a existência de dificuldades dos alunos do 8.º ano de escolaridade na compreensão do tema energia e reacções químicas. As duas questões usadas parecem ser sensíveis a essas dificuldades e, portanto, poderem ser adaptadas como instrumento diagnóstico. De um modo geral, as dificuldades de compreensão resultam da competição entre modelos interpretativos dos alunos baseados na sua experiência imediata e modelos formais da Química. De acordo com uma perspectiva construtiva do ensino, o professor de Química deverá orientar o seu ensino no sentido das reconciliações possíveis entre ambos os modelos referidos (mudança conceptual). Tal tarefa não é fácil e o estudo apresentado pode, a esse nível, ser de alguma utilidade. Em particular devem ser destacadas três implicações educacionais.

A primeira diz respeito à necessidade de proporcionar aos alunos do 3.º ciclo do Ensino Básico uma noção ainda que simples de sistema químico. Propõe-se a apresentação de exemplos simples, num contexto químico, tal como aparecem em alguns manuais escolares (ver, por exemplo [6]). A segunda sugere que deve dedicar-se especial atenção à linguagem usada, verbal e/ou representacional, dada a interferência possível de significados do quotidiano com a explicação requerida para conceitos da Química. Por fim, importará reflectir sobre o sentido de algumas experiências (nomeadamente combustões) de uso frequente na sala de aula. É possível que ao invés de ajudar a construir o conceito pretendido pelo professor possam reforçar ou promover concepções inadequadas.

Referências

- [1] Cachapuz, A.F. and Martins, I.P. (1987), "High school students' ideas about energy of chemical reactions". In Novak, J. (Ed.) *Proceedings of the Second International Seminar "Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics"*, Vol III, Ithaca, N.Y.; Cornell University, 60-68.
- [2] Cachapuz, A.F. and Martins, I.P. (1988a). "Misconceptions in high school chemistry: how in a chemical reaction some reactants may be more important than others". Paper presented at *The 10th Biennial Conference on Chemical Education*, West Lafayette; Purdue University (Paper 129, p. 58-59).
- [3] Meheut, M., Saltiel, E. and Tiberghien, A. (1985). "Pupils' (11-12 year olds) conceptions of combustion". *Eur. J. Science Education*, 7(1), 83-93.
- [4] Andersson, B. (1986). "Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions", *Science Education*, 70(5), 549-563.
- [5] Cachapuz, A.F. and Martins, I.P. (1988b). "Learning chemical thermodynamics at school: the use of non-interactive views to interpret energy changes". Paper presented at *The 10th Biennial Conference on Chemical Education*, West Lafayette; Purdue University (Paper 027, p. 12).
- [6] Cruz, M.N., Martins, I.P. e Martins, A. (1984). *A Descoberta da Física*, 9.º ano de escolaridade. Porto; Porto Editora, Lda.