

CONTRIBUTOS DA INVESTIGAÇÃO EDUCACIONAL PARA O ENSINO DO TEMA

"ENERGIA DE REACÇÃO QUÍMICA"

por

ISABEL PINHEIRO MARTINS *

Texto da intervenção de base na Mesa-Redonda "Uma Pedagogia da Energia", no
Colóquio - Debate

"A Energia, a Cultura e a Escola"

Lisboa, 20 Junho 1991

* Professora Auxiliar, no Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, da Universidade de Aveiro.

INTRODUÇÃO

Existe um grande número de razões para incluir o tópico Energia nos currículos de ciências a partir da escolaridade básica. De um modo sintético, podemos dizer que essas razões são de ordem disciplinar e de ordem pessoal.

Na perspectiva disciplinar tradicional, o conceito de energia (as suas transformações, transferências, conservação e degradação) é uma ideia central que permite compreender muitos fenômenos com explicações no domínio da Física, da Química, da Biologia e da Tecnologia, ou ainda interdisciplinares.

Na perspectiva pessoal, a Energia é um tema que interessa directamente ao cidadão como consumidor - é qualquer coisa que todos nós temos de pagar, em nossas casas, nos transportes e no lazer. Nas últimas duas décadas, diversos organismos e associações têm desenvolvido campanhas visando a informação do público no sentido de um aproveitamento mais racional da energia, sem prejuízo da qualidade de vida. Nalguns países o tema "poupança de energia" tem mesmo sido introduzido nos currículos escolares. Ainda do ponto de vista pessoal, argumenta-se que o cidadão, como membro da sociedade, deverá ter a informação que lhe permita compreender, e eventualmente participar, nas decisões políticas relativas a questões energéticas.

Diversos estudos de investigação educacional levados a cabo em vários países (por exemplo, Reino Unido, Alemanha, França e Portugal) têm permitido concluir que os alunos dos ensinos básico e secundário apresentam dificuldades de compreensão relativas ao tema Energia.

Perspectivas do ensino das ciências com base, por um lado, nas concepções alternativas dos alunos relativas aos temas a desenvolver e, por outro, nas interligações Ciência-Tecnologia e Sociedade, têm encontrado no tema Energia um lugar de destaque para o seu desenvolvimento.

M

Segundo o Movimento das Concepções Alternativas (MCA), iniciado na década de 70, o desenvolvimento dos currículos de Ciência deve ter por base uma sensibilização e mais até, o conhecimento por parte dos professores sobre as ideias que as crianças, os adolescentes e os jovens trazem para a sala de aula. O aluno deve ser o sujeito do acto educativo e não um receptor passivo de acções desenvolvidas pelo professor. Segundo a teoria construtivista da aprendizagem de G. Kelly, a construção do conhecimento é vista como um processo activo, criativo, racional e emocional centrado no indivíduo. Assim, o conhecimento científico do aluno resulta da interacção que ele estabelece entre as suas próprias crenças e experiências do dia-a-dia e a informação com que é confrontado na sala de aula.

Embora ainda não exista acordo entre os investigadores sobre quais as origens precisas das concepções alternativas dos alunos, devido à multiplicidade de factores, alguns deles possivelmente ainda desconhecidos, que podem influenciar o modo de pensar do indivíduo, podemos destacar razões do tipo individual e social. Entre as do primeiro tipo, salienta-se o facto de o raciocínio naturalista utilizar toda a informação disponível, isto é, não ser selectivo. No segundo tipo de razões destacam-se as crenças e as opiniões permitidas e até encorajadas na sociedade, a linguagem de uso corrente, em particular a linguagem metafórica, e muitas experiências do dia-a-dia. Neste domínio, um lugar especial para a informação veiculada pelos meios de comunicação.

A "ENERGIA DE REACÇÃO" VISTA PELOS ALUNOS

O tema que trago hoje para reflexão tem por base trabalhos de investigação e diz respeito a concepções alternativas (CA) identificadas em alunos do 3º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário sobre aspectos energéticos das reacções químicas.

211

Discutir na sala de aula o significado de expressões de uso corrente como "Energia dos combustíveis" e "Energia dos alimentos" é, como veremos, da maior pertinência educacional. Aquilo que a investigação tem permitido concluir é que os significados atribuídos a tais expressões em contextos não académicos constituem uma forte barreira à aprendizagem adequada do conceito "Energia de Reacção Química".

Este tema, de grande centralidade nos programas de Química a partir do 8º. ano de escolaridade, deverá ser tido em conta pelos professores a partir do 5º. ano de escolaridade com vista à compreensão adequada por parte dos alunos,

- de tópicos de Ciências da Natureza como, por exemplo, "Combustões" (5º. ano), "Energia dos alimentos" (6º. ano), "Energia química armazenada nos alimentos, nos combustíveis, nas ligações químicas" (7º. ano);
- de tópicos de Biologia como, por exemplo, "Valor energético dos nutrientes e sua conversão em moléculas mais simples" (9º. ano), "Acumulação da energia em moléculas de ATP e seu consumo" (10º. ano).

Uma CA identificada em grande extensão nos alunos, foi designada por "Reagente Principal". Os alunos que a perfilham entendem que um dos reagentes envolvidos numa dada reacção química desempenha um papel preponderante (eventualmente exclusivo) no desenrolar dessa reacção química, podendo tal preponderância dizer respeito quer aos aspectos estruturais, quer aos aspectos energéticos da reacção química. Por exemplo, a nível energético, pode ser considerado que a energia libertada na reacção provém de um dos reagentes (caso das reacções exoenergéticas). O tipo de explicações apresentadas pode assentar em atributos do sistema reaccional do tipo microscópico ou do tipo macroscópico.

A explicação adequada deveria contemplar o envolvimento dos dois subsistemas, reagentes e produtos da reacção, na variação de energia ocorrida.

Vejamos como esta ideia foi evidenciada por alunos portugueses do 9º e 11º anos, após o tratamento dos respectivos programas de Química, a propósito da reacção de combustão de um pedaço de papel, iniciada pela chama de um fósforo.

A nível macroscópico a ideia prevalecte é a de que as substâncias combustíveis quando ardem libertam energia; o papel é combustível; a energia libertada é a energia libertada pelo papel quando arde.

Trata-se de uma ideia guiada pela utilização que é dada aos combustíveis no dia-a-dia, sem qualquer explicação, a nível microscópico, para o modo como "os combustíveis libertam essa energia", nem sobre o processo de intervenção da chama do fósforo no iniciar da reacção. A energia inicial fornecida é apenas considerada a causa necessária, podendo ser ou não suficiente para a reacção ocorrer. Dizem os alunos, por exemplo:

"...há libertação de energia porque o papel é combustível..."

(aluno do 9º ano)

"...a energia veio do papel... se este bocado de papel liberta uma dada energia, o dobro ou o triplo deste eu creio que irá libertar o dobro ou o triplo da energia..."

(aluno do 11º ano)

No caso deste último aluno há evidências de que este considera a energia libertada pelo papel como uma propriedade extensiva do papel o que, aliás, não contradiz o senso comum do "uso dos combustíveis como fontes de energia".

A ideia da energia libertada ser considerada proveniente do papel é, possivelmente, reforçada pelo facto de enquanto o papel está em combustão, a chama ser vista sobre ele: "...a chama saía do papel..."

(aluno do 9º ano)

M

A nível microscópico, a ideia manifestada é de que a chama do fósforo, fornecendo energia ao papel, provoca nele ruptura de ligações, com separação de átomos. Nessa ruptura liberta-se energia que existia nas ligações. Esta energia ou esta energia somada com a energia inicial fornecida é a energia libertada na combustão. Por exemplo,

"...para as moléculas do papel se separarem é preciso a gente fornecer-lhe energia, e elas por sua vez depois de estarem separadas, libertam-nos a energia que nós lhe tínhamos fornecido em maior quantidade..."

(aluno do 11º. ano)

Para este aluno não é considerado, no processo energético, o envolvimento das ligações químicas formadas. Mais, trata-se de uma ideia do tipo "calórico": a libertação de energia possivelmente existente nas ligações, no papel inicial. Para tal acontecer pode ser no entanto necessária a intervenção da chama do fósforo:

"...depois de se ter fornecido aquilo que é necessário para se dar a combustão esse processo vai-se desenvolver porque já tem o necessário que é acender o papel..."

(aluno do 11º. ano).

IMPLICAÇÕES DESTAS IDEIAS A NÍVEL EDUCACIONAL

Do que acabámos de referir é legítimo admitir que para muitos alunos parece existir uma ideia de estatuto energético diferente entre o papel e o oxigénio (dominante para o papel), na reacção de combustão do papel. Tal ideia embora mais acentuada nos alunos do 9º. ano é ainda muito saliente nos alunos do 11º. ano.

Os factores que poderão estar de um modo diferencial ou cumulativo na origem da CA "Reagente Principal" são:

- (i) linguagem usada,
- (ii) práticas de ensino,
- (iii) razões culturais.

Vejamos cada um destes factores de per si.

(i) Linguagem

O uso corrente da expressão "combustão de...", sempre referente ao "combustível", poderá, eventualmente, reforçar no aluno a ideia de que a transformação e, conseqüentemente, a libertação de energia se opera apenas a nível desse reagente:

"...a combustão é qualquer coisa que arde, que está a arder..."

(aluno do 9º. ano)

Embora não seja fácil propor uma designação alternativa sem o risco de tal poder ser entendida como referente a um fenómeno diferente, seria desejável uma designação que não ignorasse um dos intervenientes. Sugere-se aos professores que destaquem de modo idêntico os dois reagentes envolvidos, por exemplo, explicitando que "combustão de X" significa "reação entre X e o oxigénio".

Aspectos representacionais relativos à escrita de equações químicas apresentando os reagentes sempre por determinada ordem, o "combustível" antes do oxigénio, poderão favorecer a ideia de um papel mais relevante para o primeiro.

TM

(ii) Práticas de ensino

O modo como certos conceitos são introduzidos a nível do 2º. ciclo do Ensino Básico, em particular a definição de "combustível e comburente" poderão contribuir para a existência desta CA. Por exemplo, expressões usadas pelos alunos, como "...o oxigénio vai ajudar a fazer a combustão, o oxigénio é um comburente portanto ajuda a combustão..."

(aluno do 11º. ano)

sugerem claramente um estatuto de diferença entre "combustível" e "comburente" tal como é salientado em certos Manuais Escolares de Ciências da Natureza do 5º. ano de escolaridade ("combustível é a substância que arde; comburente é a substância que permite o desencadear da combustão, neste caso, o oxigénio").

A sugestão aos professores é de evitarem o uso de tais "definições". Se as designações "combustível" e "comburente" forem utilizadas dever-se-á esclarecer que elas traduzem convencionalmente determinados aspectos da reacção, por exemplo, a "localização" da chama.

(iii) Razões Culturais

O destaque dado no quotidiano aos "combustíveis" como "fontes de energia", os quais é necessário pagar, poderá contribuir para acentuar o papel preponderante, ou mesmo único, do "combustível" na energia libertada pela combustão.

Se não é preciso reconhecer o oxigénio para se conseguir respirar, no caso dos "combustíveis" é difícil ignorá-los. No que respeita aos que se apresentam sólidos e líquidos a diferença em relação ao oxigénio é facilmente perceptível. Quanto aos "combustíveis" gasosos, tanto em casa como no laboratório estão sempre armazenados em recipientes próprios (garrafas, botijas) realçando, deste modo, em termos físicos, a sua existência, e quase sempre existem indicações sobre medidas de segurança a ter em conta no seu armazenamento e manipulação.

7M

Estes aspectos, aliados ainda a algumas propriedades (por exemplo, cheiro característico), poderão, eventualmente, reforçar a ideia de estatuto diferente entre o oxigênio e o "combustível" nas reações de combustão.

Em conclusão, é importante que o professor tenha em conta, na sala de aula, possíveis significados que os seus alunos possuem sobre o tema os quais poderão constituir fortes barreiras à aprendizagem.

A respeito do tema "Energia de Reação Química" o significado que o professor deverá ajudar o aluno a construir é o da variação de energia como resultado do processo (endo ou exoenergético), envolvendo, portanto, os dois subsistemas, reagentes e produtos da reação, por oposição ao envolvimento unilateral de apenas um deles.

BIBLIOGRAFIA PARA APROFUNDAMENTO

1. DRIVER, R. e MILLAR, R. (eds.) (1986) "Energy Matters". Proceedings of an Invited Conference: "Teaching about energy within the secondary science curriculum", March 1985, University of Leeds.
2. MARTINS, I. P. (1989) "A Energia nas Reacções Químicas: Modelos interpretativos usados por alunos do ensino secundário". Tese de doutoramento, não publicada, Universidade de Aveiro.
3. SOLOMON, J. (1983) "Learning about energy: how pupils think in two domains". Eur. J. Sci. Educ., 5 (1), 49-59.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DA ENERGIA
A. P. E.

COMITÉ MEMBRO DE PORTUGAL NO CONSELHO MUNDIAL DA ENERGIA

CONSEIL MONDIAL DE L'ÉNERGIE
COMITÉ MEMBRE DU PORTUGAL

WORLD ENERGY COUNCIL
PORTUGUESE MEMBER COMMITTEE



Exmã Senhora
Profã Isabel Pinheiro Martins
Universidade de Aveiro
Dept. de Didáctica e Tecnologia Educativa
Campo Universitário Santiago
3800 AVEIRO

Sua referência

Sua comunicação de

Nossa referência

Data: -3 JUL 1991

16.1

ASSUNTO: Colóquio-debate "A ENERGIA, A CULTURA E A ESCOLA"

Após a realização, em 20 e 21 do corrente, do Colóquio-debate "A Energia, a Cultura e a Escola", a Direcção da Associação Portuguesa da Energia vem agradecer a V.Exã a sua presença e a sua colaboração nesta realização, as quais contribuíram certamente para o bom nível atingido por esta iniciativa.

No caso de V.Exã ter suportado quaisquer encargos com a sua deslocação, relacionados com a sua participação no Colóquio-debate, fico a aguardar o envio da respectiva factura para satisfação oportuna.

Renovando os meus agradecimentos, apresento a V.Exã os meus melhores cumprimentos.

Pel
O Presidente

(Sidónio de Freitas Branco Paes)

GLDS/PL

Rua Andrade Corvo, 23-A-cave
1000 LISBOA — PORTUGAL
Tel.: 351-1 52 20 78
Fax: 351-1 352 07 82