



A PRESENÇA DO CONCEITO DE ENERGIA NO TRATAMENTO DA QUÍMICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS

THE PRESENCE OF THE CONCEPT OF ENERGY IN THE TREATMENT OF CHEMISTRY IN TEXTBOOKS OF SCIENCES

Vinicius Jacques¹

Tathiane Milaré², José de Pinho Alves Filho³

¹Centro de Ciências da Educação / Professor Substituto de Metodologia e Prática do Ensino de Física / Universidade Federal de Santa Catarina / vinicius@ced.ufsc.br

²Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Modalidade Ensino de Química, Universidade de São Paulo, tathi.milare@usp.br

³Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, jopinho@fsc.ufsc.br

Resumo

Este trabalho discute a abordagem do conceito de Energia em capítulos de Química de seis livros de Ciências da última série do Ensino Fundamental. Os livros analisados são dos mesmos autores e foram recomendados em todas as versões do Programa Nacional do Livro Didático (1999-2008). A análise mostra que a Energia é muito pouco considerada na abordagem dos conhecimentos químicos, o que pode causar problemas no ensino e na aprendizagem em Química.

Palavras-chave: Energia; Química; Livros Didáticos; Nono ano.

Abstract

This paper discusses the approach of the concept of energy in chapters of Chemistry in six textbooks of the last year of elementary school. The books analyzed are the same authors and have been recommended in all the versions of the National Program of Textbooks (1999-2008). The analysis shows that very little energy is considered in the approach of chemical knowledge, which can cause problems in teaching and learning in chemistry.

Keywords: Energy, Chemistry, Textbooks, ninth grade.

INTRODUÇÃO

Os livros didáticos constituem-se em uma das principais fontes, em muitos casos a única, para compreensão de conceitos e informações acessíveis aos alunos dos Ensinos Fundamental e Médio. A maioria dos professores os tem como principais instrumentos norteadores na preparação de suas aulas, base para confecção de textos auxiliares e elaboração de cronogramas a serem utilizados em sala de aula.

Mesmo com tal relevância para o ensino, muitas pesquisas acadêmicas, como Pretto (1985), Mortimer (1988), Axt e Brückmann (1989), Fracalanza (1993), Amaral e Megid Neto (1997), Pimentel (1998), entre outras, apontaram nos últimos anos inúmeros problemas, como erros conceituais, preconceitos sociais, culturais e raciais, deficiências gráficas, diagramação cansativa e concepções errôneas sobre Ciência nos

principais livros utilizados no Brasil, tanto no Ensino Fundamental quanto no Médio. Tais observações, no entanto, na maioria das vezes não têm sido levadas em consideração pelas editoras, autores e demais órgãos responsáveis pela qualidade dos materiais utilizados no país (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003).

A análise dos conteúdos dos livros didáticos, contribuindo para minimizar deficiências no ensino e na aprendizagem de conceitos presentes durante a vida escolar dos estudantes, torna-se importante, pois estes ainda se constituem a principal referência. Portanto, faz-se necessário identificar quais os indicativos das pesquisas em Ensino de Ciências têm sido observados nos livros didáticos recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), uma vez que um dos maiores esforços dos pesquisadores é essa tentativa de aproximar os resultados das pesquisas à prática escolar.

Para compreender os conhecimentos científicos é necessário desenvolver previamente algumas noções ou conceitos-chave. Quando isso não ocorre, podem surgir muitas dificuldades no ensino e na aprendizagem em Ciências. Para os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), um dos objetivos do Ensino de Ciências é que o aluno desenvolva a capacidade de "utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida" (BRASIL, 1998, p.33). Esses conceitos estão presentes em diferentes áreas da Ciência e sustentam a compreensão de diversos fenômenos. Outros autores também defendem a importância de alguns conceitos na compreensão da Ciência e na inter-relação de suas diferentes áreas. Auth e Angotti (1999, p.12) consideram que alguns conceitos possuem a capacidade de síntese, aproximando "campos de estudo que antes do seu aparecimento e amadurecimento eram separados e após a sua explicitação e clareza, passam a ser um único".

O conceito de Energia é de extrema importância ao aprendizado das Ciências e seu caráter unificador torna-o potente e frutífero para balizar, unir e inter-relacionar diferentes conteúdos de Ciências. É um conceito bastante complexo e, segundo pesquisas diversas sobre concepções alternativas, é frequentemente compreendido de maneira reducionista, atrelado a um único ou poucos fenômenos. Entre os diversos conceitos estudados nos currículos de Ciências do Ensino Fundamental, o de Energia é um dos mais abstratos e encontra-se relacionado com outros conceitos também abstratos e com uma diversidade de significados.

No entanto, apesar das tendências da pesquisa em Ensino de Ciências e as diretrizes apresentadas pelos documentos oficiais apontarem para outra direção, nesta série, é comum a Física e a Química serem trabalhadas disciplinar e isoladamente. Neste contexto, torna-se evidente a influência do livro didático na determinação dos programas escolares, uma vez que a disciplinaridade no Ensino Fundamental não é sugerida em nenhum documento oficial como as Diretrizes Curriculares, os PCNs e as Propostas Estaduais, mas apenas pelos livros didáticos (MILARÉ, 2008).

Diante do cenário apresentado, surgem algumas questões que motivaram este trabalho. Como a noção de Energia tem estado presente nos conteúdos de Química dos livros didáticos do nono ano? A proposição de trabalhar conceitos-chave, presente nas pesquisas em Ensino de Ciências e nos documentos oficiais, tem sido considerada nos livros ao longo dos anos? A relação entre os conteúdos de Química e a abordagem da Energia feita nos livros didáticos pode trazer alguma implicação à aprendizagem em Química? Deste modo, o objetivo deste trabalho é analisar a ocorrência do tratamento do conceito de Energia relacionado aos conteúdos de Química em livros didáticos de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental de uma determinada coleção.

IMPORTÂNCIA DO CONCEITO DE ENERGIA

Um dos conceitos amplos, abordado em diferentes disciplinas nos Ensinos Fundamental e Médio, utilizado cotidianamente pelos estudantes, é o de Energia. Este conceito é fundamental para a compreensão da Ciência, baliza e sustenta os demais. Como Angotti (1991) acreditamos que, devido a seu caráter unificador, o conceito de Energia é potente e frutífero para balizar e unir diferentes conteúdos de Ciências, ampliando seu horizonte para além da Física. Auth e Angotti (2005, p. 204) salientam que a categoria unificadora deste conceito favorece que sejam estabelecidas “relações com temas de outras áreas, em nível interdisciplinar” e permite articular “tópicos de uma área intradisciplinar”, possibilitando assim que seja minimizada a fragmentação dos conhecimentos escolares de Ciências.

A noção de Energia ao longo da História da Ciência levou centenas de anos para se desenvolver e se estabelecer, mas hoje, durante as aulas de Ciências, entra muitas vezes em conflito com o pensamento não-formal dos estudantes. Como Terrazzan (1985) acreditamos que este conceito, por não admitir uma definição precisa, traz consigo uma importância proporcional a sua dificuldade.

As dificuldades dos alunos para aprender o conceito de Energia, as inadequações em textos e livros didáticos e os desacordos entre os pesquisadores sobre a forma de abordagem desse conceito constituem um grande desafio para professores em sua prática escolar. Carvalho (1998) ressaltando a importância do conceito de Energia para a Ciência, aponta a necessidade dos alunos construírem desde cedo os primeiros significados sobre esse conceito, preparando-se para abordagens posteriores. Na mesma direção, os PCNs também sugerem uma abordagem para este tema logo nos primeiros ciclos e colocam que uma das capacidades que os alunos devem ter ao término do Ensino Fundamental deve ser saber utilizar conceitos científicos associados à Energia (BRASIL, 1998).

Contudo, por ser abstrato e muito abrangente, o conceito de Energia é de difícil compreensão e fica muitas vezes a mercê de interpretações causais, principalmente, pelos alunos, o que contribui para o fortalecimento do senso comum e de concepções equivocadas.

Souza Filho (1987) alerta para a problemática acerca do ensino do conceito de Energia salientando que, apesar de seu caráter abstrato, o conceito abrange praticamente todo tipo de fenômenos naturais. Esse caráter abstrato é suficiente para causar transtornos a professores e, principalmente, a alunos, que, mesmo depois de terem sido introduzidos formalmente na escola a esse conceito, não conseguem fazer idéia palpável acerca dele. O pesquisador também evidencia que a própria evolução histórica deste conceito atesta a complexidade dos caminhos que acabaram por conduzir à sua formulação final.

Outro ponto importante que merece destaque é a popularização do termo Energia - denominação que não é de uso exclusivo da comunidade científica - e tem sua utilização atrelada muitas vezes a interpretações distantes do conceito no meio científico (SOUZA FILHO, 1987). Nesse sentido, Sevilla Segura (1986) destaca:

O termo energia tem passado a formar parte do acervo lingüístico de uso freqüente com o qual o encontramos em contextos distintos, com concepções diferentes, coisa que nem sempre contribui a melhorar a compreensão do mesmo (SEVILLA SEGURA, 1986, p. 249, tradução nossa).

Esta utilização indiscriminada do termo Energia influencia os esquemas conceituais que os alunos formam, fato que deve ser, imprescindivelmente, considerado nas aulas de Ciências.

No dia-a-dia, por exemplo, é crescente a preocupação com a quantidade energética dos alimentos. O não entendimento das rotulagens nutricionais em relação às calorias e das diferenças entre produtos *light* e *diet* pode acarretar um consumo inadequado, além de propiciar um risco à saúde.

Terrazzan (1985) também aponta para as interpretações e utilizações diversificadas acerca do conceito de Energia. Porém, salienta a importância desse tema nas tentativas de integração entre diferentes disciplinas, em que a noção de Energia aparece como tema gerador, integrador, etc., insinuando que este parece ser o único conceito capaz de integrar assuntos diversos.

Estamos convencidos que o entendimento mais amplo do conceito de Energia pode facilitar o aprendizado de Ciências e, como decorrência, ampliar o exercício da cidadania de modo que os estudantes no futuro participem inteligentemente de debates políticos, como por exemplo, a política energética – tema fortemente impregnado de questões científicas, que exige conhecimentos e senso crítico. Assim como Fourez (2003) pensamos que o Ensino de Ciências deve visar a formação, a inserção e a capacidade criativa do cidadão na sociedade, possibilitando ao aluno utilizar as Ciências para decodificar seu mundo, participando da cultura do nosso tempo, mantendo certa autonomia crítica perante a sociedade e se familiarizando com as idéias provenientes das Ciências.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A escolha dos livros didáticos a serem analisados baseou-se em sua frequência nas indicações pelo PNLD. Desta forma, os livros analisados foram dos autores Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, únicos indicados para todas as séries nos guias do livro didático de 1999, 2002, 2005 e 2008 (JACQUES, 2008). Estes autores têm também livros didáticos de Ciências publicados anteriormente às recomendações oficiais, o que nos permitiu uma análise de materiais anteriores à publicação dos PCNs. Os livros analisados encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1: Livros didáticos do 9º ano do Ensino Fundamental submetidos à análise

Livro	Ano	Referência
1	1985	BARROS, C. Química e Física: 1ª grau. 16ª edição. São Paulo: Ática, 1985.
2	1987	BARROS, C. Química e Física: 1ª grau. 20ª edição. São Paulo: Ática, 1987.
3	1993	BARROS, C. Física e Química. 34ª edição. São Paulo: Ática, 1993.
4	1997	BARROS, C.; PAULINO, W. Física e Química. 43ª edição. São Paulo: Ática, 1997.
5	2002	BARROS, C.; PAULINO, W. Física e Química. 2ª edição – 1ª impressão. São Paulo: Ática, 2002.
6	2006	BARROS, C.; PAULINO, W. Física e Química. 59ª edição – 1ª impressão. São Paulo: Ática, 2006.

(Quadro extraído de JACQUES, 2008)

A análise baseou-se nos princípios da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977), consistindo na leitura, transcrição das passagens referentes à noção de Energia e seus correlatos e, finalmente, contagem de frequência. O objetivo foi caracterizar a distribuição ao longo de cada livro e o índice de ocorrência nos diferentes conteúdos de Química estudados na última série do Ensino Fundamental.

Como nossa preocupação central refere-se à utilização da noção de Energia ao longo dos diferentes conteúdos, não contabilizamos as citações encontradas na seção de exercícios e/ou atividades propostas aos alunos. Porém, as denominações Energia presentes em títulos, subtítulos, legendas de figuras e textos complementares foram contabilizadas. Diferentemente dos livros de 1985 e 1987, nos demais (1993, 1997, 2002 e 2006) também foram transcritos e contabilizados todos os trechos contendo a denominação Calor, uma vez que esta é uma manifestação da Energia e aparece inúmeras vezes ao longo dos livros.

A ENERGIA E A QUÍMICA NOS LIVROS DIDÁTICOS

Todos os livros analisados apresentam capítulos divididos em unidades de Física e de Química e, em alguns, há também unidades de introdução e de conceitos básicos¹. A frequência abordagem² da Energia em capítulos dedicados à Química oscilou entre 5% e 9%, comparado ao total. Porém, essas alterações percentuais não são resultantes de mudanças significativas na maneira de abordar os assuntos estudados.

É importante destacar, por exemplo, que houve redistribuições nos capítulos em determinados livros, quando comparado com a estrutura dos livros anteriores. No livro de 1993, tópicos apresentados nas edições de 1985 e 1987 dentro da disciplina de Química, como Conhecendo a Matéria, Propriedades da Matéria e os Estados Físicos da Matéria, encontram-se no início das unidades destinadas ao estudo da Física. Nos livros mais recentes (pós 1993), estes conteúdos encontram-se numa unidade denominada de Conceitos Básicos de Física e Química. Já no livro de 1997, o capítulo "Matéria e Energia" foi deslocado para o início do livro, na unidade de Conceitos Básicos.

Ao longo dos anos, nota-se o aumento de menções sobre Energia nos livros, com exceção do livro mais recente analisado. O número de capítulos no livro de 2006 é inferior ao do livro de 2002, no entanto, não há a eliminação de conteúdos e/ou conceitos. Ocorre uma compactação de assuntos num mesmo capítulo, que até então eram distribuídos em capítulos distintos. Os textos propostos como leituras complementares, em caixas de textos independentes da abordagem central dos assuntos, estão presentes em menor número, sofrendo em algumas situações deslocamentos de um capítulo para outro, quando comparado ao livro de 2002. A combinação desses fatores é responsável pela alteração da distribuição das denominações Energia e Calor, uma vez que a abordagem destas noções mantém-se praticamente inalterada.

No Quadro 2, apresentamos a frequência em que a palavra Energia e seus correlatos aparecem na abordagem dos conteúdos de Química. Incluímos nesta contagem os conteúdos abordados nos capítulos de apresentação e de conceitos básicos, mas que estão relacionados à Química. A frequência por capítulos está no Quadro 3.

Quadro 2: Frequência dos termos Energia e Calor nos capítulos de Química.

Conteúdo de Química	Livros					
	1985	1987	1993	1997	2002	2006
Matéria (e Energia)	4	4	78	35	74	36
Átomos	0	0	3	9	16	16
Transformações Físicas e Químicas	0	0	0	4	1	0
Estados físicos da matéria e mudanças	0	0	3	2	0	7
Propriedades da Matéria	0	0	0	6	0	0
Substâncias simples e compostas	0	0	1	0	0	0
Elementos químicos	0	0	2	5	0	0
Classificação periódica dos elementos	0	0	2	1	3	0
As ligações químicas	0	0	1	1	1	0
Fórmulas das substâncias	0	0	1	0	0	0
Substâncias (tipos, uso, etc)	0	0	1	5	0	0
Ácidos, Bases, Sais e Óxidos	0	0	0	0	0	0
Misturas e Separação de Misturas	0	0	1	1	4	0
Reações químicas	0	0	3	3	3	0
Total	4	4	96	72	102	59

(Quadro baseado em JACQUES, 2008)

¹ Os livros de 1985, 1987 e 1993 são divididos em Física e Química. Os livros de 1997, 2002 e 2006 incluem uma unidade intitulada de Conceitos Básicos.

² Esta frequência refere-se ao número de vezes que a denominação "Energia" apareceu na unidade destinada aos conteúdos de Química, comparada ao número total de utilização do termo.

Quadro 3: Frequência dos termos Energia e Calor por capítulos.

Frequência de Energia e Calor	1985	1987	1993	1997	2002	2006
Capítulos de Química	4	4	15	25	23	16
Capítulos de Física	74	74	205	220	334	245
Capítulos de Introdução	-	-	1	47	85	43
Total	78	78	221	292	442	304

(Quadro baseado em JACQUES, 2008)

A estrutura de organização dos conteúdos é praticamente a mesma ao longo das diferentes edições e a abordagem do conceito de Energia é predominante no estudo da Física. Mesmo delimitado a um universo físico, o enfoque maior se dá nos capítulos específicos para seu estudo (JACQUES, 2008). O índice de utilização do conceito de Energia no estudo da Química é pouco expressivo nos diferentes livros analisados.

Nos itens a seguir, descreveremos alguns dos principais aspectos da abordagem da Energia em conteúdos químicos. Para melhor entendimento das mudanças ao longo dos anos, dividimos a apresentação por livros.

a) A Energia e os Conteúdos Químicos nos Livros de 1985 e 1987

Os livros de 1985 e 1987 não apresentam diferenças significativas. Na parte destinada ao estudo da Química, a noção de Energia é utilizada exclusivamente ao abordar os níveis de Energia dos elétrons: “Os elétrons de cada uma das camadas possuem uma quantidade de *energia* sempre inferior à da camada seguinte. Por exemplo: A quantidade de *energia* de um elétron na camada K é menor do que a de um elétron da camada L [...]” (p.10).

O conceito de Energia é abordado em diferentes momentos (capítulos), mas sem uma inter-relação entre eles, mesmo sendo um conceito trans e interdisciplinar. A forma de abordagem de alguns temas reforça tal fragmentação, como no livro de 1985: “Tanto os prótons quanto os elétrons possuem carga elétrica. **Embora você só vá estudar eletricidade na parte da Física**, convém guardar esta idéia básica: a carga de um elétron comporta-se de maneira contrária à carga de um próton” (p.10). Abordagens como essa fazem com que conceitos fundamentais e presentes em diferentes campos de estudo pareçam distintos. No livro de 1987 a situação é modificada com a eliminação do destaque (negrito) na frase.

Um fato curioso é que durante a abordagem de conceitos químicos, a denominação Eletricidade se faz presente, por exemplo, no estudo de ácidos e bases: “Quando em solução (misturados com água), os ácidos conduzem **eletricidade**” (livro de 1987, p. 45, grifo nosso). A fragmentação dos conteúdos e a ausência de inter-relação entre os assuntos distanciam conceitos utilizados na Física e na Química.

Ao abordar **Mudanças de Estado da Matéria**, o autor afirma que: “A variação de temperatura modifica os movimentos das moléculas” (livro de 1985, p.17). Em nota de rodapé, esclarece que a pressão também exerce influência nas mudanças de estado físico. Porém, ele irá apenas considerar a influência da temperatura, admitindo que a pressão seja normal – conceito que não é esclarecido ao longo dos livros (1985 e 1987).

O autor leva a concluir que, quando aquecemos uma substância, o movimento de suas moléculas aumenta. O aluno é induzido a acreditar que a única maneira de se alterar o estado de agregação das moléculas de um corpo é através de uma fonte de Calor – fato que pode dificultar estudos posteriores, em que a variação da pressão não pode ser desconsiderada.

Na unidade destinada ao estudo da Energia, delimitada por um universo exclusivamente físico, encontramos também trechos que se referem à Energia química, como: “A bateria de um carro possui **energia química** que se transforma em energia

mecânica e aciona o motor do carro. Quando se acendem os faróis do carro, a **energia química** da bateria transforma-se em [...]” (livro de 1985, p.97, grifo nosso).

A denominação Energia química aparece como uma forma de Energia, não explicitando claramente ao longo do livro de onde ela é proveniente, nem mesmo nos conteúdos destinados ao estudo da Química. O autor diz apenas que a Energia química é produzida pelas reações químicas. No entanto, na unidade destinada aos estudos das reações químicas nada se afirmou sobre a Energia química. Oliveira e Santos (1998, p.21) alertam que: “Esse esvaziamento da definição traz como consequência o risco de permitir que ela sirva tão somente para ocultar um amplo desconhecimento dos vários fatores que intervêm quando as substâncias reagem”. Certamente esta abordagem empobrecida atribui à noção de Energia química o estatuto de algo cuja natureza é facilmente compreensível. Em vez de facilitar, isto dificulta a aprendizagem, uma vez que coloca esta noção num patamar de simplicidade que é apenas aparente.

b) A Energia e os Conteúdos Químicos no Livro de 1993

Um dos pontos que chamou a atenção neste exemplar refere-se à existência de alguns textos que apresentam uma abordagem que favorecem à compreensão equivocada de conceitos e fenômenos. Em **O Elemento Químico mais leve e simples**, por exemplo, se afirma que: “**O Sol e as estrelas são quase que hidrogênio puro [...]. O gás hidrogênio é combustível; sua queima é uma importante fonte de calor**” (p. 120, grifo nosso).

Primeiramente, ao dizer “O Sol e as estrelas”, o texto parece informar que o Sol não é uma estrela. Ao afirmar que a queima do gás hidrogênio é uma importante fonte de Calor, pode sugerir ao aluno que é a queima do Hidrogênio o processo que ocorre nas estrelas, inclusive no Sol, uma vez que as estrelas são formadas basicamente por Hidrogênio.

Em **Hidrogênio, útil mas mortal**³ o processo de queima de Hidrogênio no Sol é novamente reforçado.

Esse elemento, de um próton e um elétron, número atômico 1, massa atômica 1,00797, incolor, sem cheiro, e catorze vezes mais leve que o ar, existe em abundância em estrelas, nebulosas, **no Sol – que o queima prodigamente** – e mesmo nos grande planetas do nosso sistema, como Saturno e Júpiter (p. 127, grifo nosso).

Nota-se que o texto transmite a ideia de combustão (queima) e não a de fusão nuclear, processo que ocorre nas estrelas.

Em relação às edições anteriores, o autor realiza algumas correções conceituais. Ao abordar os estados físicos da matéria, por exemplo, há uma maior preocupação com a influência da pressão na mudança de estados físicos, assim como é explicitado sucintamente o significado de pressão normal – fato que não ocorreu nos livros de 1985 e 1987.

c) A Energia e os Conteúdos Químicos no Livro de 1997

O termo Energia aparece logo no início do livro, no primeiro capítulo da unidade destinada ao estudo dos Conceitos Básicos de Física e Química.

Existe outro componente do Universo que não é matéria, embora esteja intimamente ligado a ela: é a energia. Formas de energia, como a luz, o som e o calor, não são consideradas matéria, pois não possuem massa nem ocupam lugar no espaço (p. 7).

³ É informado que o texto é adaptado de Ciência Ilustrada, março de 1984.

Neste capítulo também são apresentados pequenos textos que, segundo os autores, contêm informações de interesse, mas são independentes do texto principal. O primeiro deles – *O macabro expressionismo da era nuclear* – retrata resumidamente o acidente na usina de Chernobyl. O texto alerta para alguns riscos de utilização da Energia nuclear, mas não evidencia possíveis vantagens em seu uso. O segundo texto explora a transformação de Energia em alguns seres vivos: “Nos seres vivos, a *energia* química contida nos alimentos é extraída através da respiração celular e cedida para o trabalho das células. Muitas vezes, essa *energia* química se transforma em outros tipos de *energia* [...]” (p.9). Como exemplo de transformação da Energia química em Energia mecânica, temos:

[...] esse tipo de transformação da energia se verifica quando andamos, corremos, enfim, quando executamos qualquer tipo de movimento, inclusive os movimentos internos, como as contrações musculares do esôfago, estômago e intestino. É também o caso do movimento do flagelo dos espermatozoides [...] (p.9).

O poraquê (peixe-elétrico) e os vaga-lumes são citados como exemplos de transformação de Energia química em Energia elétrica e de Energia química em Energia luminosa, respectivamente.

d) A Energia e os Conteúdos Químicos no Livro de 2002

Neste livro destacamos o uso de metáforas para a abordagem da Energia Química e suas transformações. Ao citarem exemplos de transformação de Energia química em Energia mecânica, os autores comparam o funcionamento de nosso organismo ao motor de um carro.

O motor do veículo emprega a energia do combustível (gasolina, álcool, etc.) para se deslocar no espaço. O nosso corpo utiliza os alimentos para se manter vivo e realizar diversas atividades orgânicas. Como um motor, nosso corpo gasta energia ao realizar todas as suas atividades. No veículo há um tanque para reservar o combustível. Nosso corpo armazena o excesso de alimentos sob a forma de gordura, por exemplo (p.9).

No estudo da transformação de Energia química em Energia luminosa é utilizado o exemplo dos vaga-lumes. “Podemos imaginar que no corpo desses insetos existe um pequeno laboratório de química: as chamadas ‘lanternas’, nas quais ocorre o processo de geração de luz” (p.11).

Lopes (1992) argumenta que o racionalismo deve trabalhar contra as sínteses fáceis, as ideias simplistas. Isso não implica na impossibilidade do uso de metáforas e analogias na Ciência. No entanto, esta utilização não pode ser descuidada, existindo apenas para nos fazer esquecer a aridez do formalismo científico. Corroboramos com o pensamento de Lopes, ao dizer que:

Quando a construção de metáforas é descuidada, fruto de associações não trabalhadas nem tampouco racionalizadas, certamente a elas foram transferidos valores sensíveis e primitivos que obstaculizarão a compreensão científica. Serão sempre tradução grosseira do conhecimento científico: sobre ela nada dizem, mas, o que é pior, produzem a crença de conhecimento, a impressão de que se compreende (LOPES, 1992, p. 255).

Comparar o funcionamento do organismo humano ao de um veículo ou imaginar o corpo dos vaga-lumes como um laboratório de química dá a impressão de tornar os conceitos científicos mais acessíveis aos alunos, porém, a distorção a que são

submetidos pode distanciá-los de sua real significação na educação científica. O uso das comparações não auxilia no entendimento da transformação da Energia e pode possibilitar uma falsa sensação de aprendizado.

Ainda referente ao exemplo de transformação de Energia química em Energia luminosa, que ocorre nos vaga-lumes, os autores acrescentam: “O inseto é capaz de armazenar energia e, **através de uma série de reações químicas**, liberá-la sob a forma de luz para o ambiente” (p.11, grifo nosso). Oliveira e Santos (1998) ao analisarem como se lida com as definições da Ciência, questionam como vem sendo utilizada a expressão “Energia química”, inclusive em livros didáticos. Afirmam que autores de livros didáticos “atribuem à noção de Energia química estatuto de algo cuja natureza é facilmente compreensível, bastando vinculá-la à ocorrência de algum tipo de reação química” (OLIVEIRA; SANTOS, 1998, p. 20).

O livro refere-se, em diversos momentos, à Energia química como a Energia presente nos alimentos, fornecida e necessária ao organismo humano para se manter em atividade, sem abordá-la de forma mais completa. A Energia química também é mencionada como a Energia presente nos combustíveis e que é transformada em Energia térmica na combustão, entre outras formas. Ao citar o exemplo de transformação de Energia que ocorre no automóvel, o texto afirma: “Uma parte da **energia química do combustível** faz o motor funcionar, gerando energia cinética, que o movimenta e se converte em energia térmica no motor e nas rodas” (p.134, grifo nosso).

Quanto à Energia presente nas reações de combustão, é necessário considerar que o que é convertido em Calor e/ou trabalho mecânico não é a Energia química armazenada no combustível, mas sim o saldo energético do processo de queima. Na explicação de Oliveira e Santos (1998), tem-se:

Na reação de combustão, dentre os diversos fatores que contribuem para a produção de energia, os mais significativos são os referentes à quebra e à formação de ligações químicas intra e intermoleculares: o processo de quebra das ligações da substância combustível e do comburente é endotérmico, enquanto o processo de formação de novas ligações nos produtos é exotérmico. (OLIVEIRA; SANTOS, 1998, p. 20).

Assim, a Energia liberada é maior que a absorvida na combustão, sendo esta Energia resultante e não simplesmente a Energia química contida no combustível que verificamos no processo.

e) A Energia e os Conteúdos Químicos no Livro de 2006

Os livros 2002 e 2006, pode-se dizer, são iguais. As mudanças são pontuais, como por exemplo, compactação de capítulos distintos na edição anterior num mesmo capítulo, eliminação e/ou resumo de trechos do texto principal e eliminação de alguns textos complementares. Por conta disso e evitando tornarmos repetitivos, iremos descrever uma das principais mudanças realizadas no que se refere à Energia Química.

No capítulo inicial do livro, **Matéria e Energia**, uma nova questão proposta nos quadros, denominados "Discutam esta idéia", é sobre algumas formas de Energia. “Certamente você conhece expressões 'energia dos alimentos' e 'energia elétrica'. O que elas significam?” (p.8, grifo do autor). No livro do professor, os autores respondem a questão, assim:

Mais adiante, no estudo da física, a energia será tema de capítulo específico e o aluno saberá que a energia pode ser entendida como a capacidade de realizar trabalho. Neste momento basta que o aluno responda, com palavras próprias, que: **energia dos alimentos é aquela contida em certas substâncias e que pode ser obtida por meio da respiração celular**; energia

elétrica é uma forma de energia capaz, por exemplo, de iluminar ambientes, esquentar a água do chuveiro, fazer funcionar aparelhos elétricos, como liquidificador, computador, rádio. (p.26-27, grifo nosso).

Na seqüência do capítulo, num texto de leitura complementar, é citada a respiração celular como fenômeno responsável pela obtenção de Energia. “A energia química contida em nutrientes como carboidratos (exemplos: glicose e sacarose) e lipídios (exemplos: óleos e gorduras) é obtida pelo nosso organismo por meio da respiração celular. Essa energia é então 'cedida' para o trabalho das células” (p.12).

ALGUMAS IMPLICAÇÕES NO ENSINO E APRENDIZAGEM EM QUÍMICA

No nono ano é apresentada pela primeira vez a Química de forma disciplinar com conteúdos excessivos que, por sua vez, irão se superpor aos que serão estudados no Ensino Médio. A ausência de explicações que consideram os aspectos energéticos atrelada à extensa lista de conteúdos são fatores em potencial para gerar a aprendizagem de conceitos equivocados e gerar concepções que se tornam obstáculos à aprendizagem da Química.

Compreender a formação das Ligações Químicas e as Reações, por exemplo, sem considerar a Energia envolvida nestes processos pode fortalecer concepções alternativas sobre transformações químicas. Muitos estudantes entendem que a Energia pode se transformar em matéria e vice-versa numa transformação química (ROSA; SCHNETZLER, 1998), ou, ainda, que o calor é uma substância (MORTIMER; AMARAL, 1998).

Desconsiderar a Energia nos processos químicos pode gerar compreensões caracterizadas como *fixação* e *redução funcional*. A fixação funcional consiste "na aprendizagem memorística de relações (conceitos e regras) que impede a reflexão e o pensamento criativo frente a situações reconhecidas pelo sujeito cognitivo" (FURIÓ; FURIÓ, 2000, p.301). Neste sentido, a distribuição eletrônica, sem considerar aspectos energéticos, torna-se mecânica e a aprendizagem de modelos mais avançados de orbitais em outras fases de ensino é prejudicada. Quanto à *redução funcional* (VIENNOT, 1996), esta ocorre quando apenas uma variável é considerada no estudo de uma dada situação em que várias variáveis são determinantes. Um exemplo, presente nos livros analisados, é considerar apenas a temperatura na mudança de estado físico de uma substância e desconsiderar a pressão.

Outro ponto importante refere-se à caracterização e uso do termo "Energia Química", quase sempre apontada como a Energia armazenada em alimentos, combustíveis, etc. Além desse enfoque suscitar a ideia de que esta seria a única forma de Energia a ser considerada no estudo da Química, reforça a concepção de Energia como um agente causal armazenado em substâncias (DRIVER, et al., 1994). É comum, também, os estudantes acreditarem que sempre há liberação de Energia quando uma ligação química é rompida (FERNANDEZ; MARCONDEZ, 2006).

Neste contexto, não nos surpreende que a estabilidade de cátions, de íons e de moléculas seja vista frequentemente como decorrente da regra do octeto e não da diminuição da Energia do sistema (MORTIMER et al. 1994). Os livros didáticos omitem os aspectos energéticos na abordagem da formação de íons e das ligações químicas, reforçando e criando concepções alternativas sobre estes temas (MILARÉ, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na forma como são apresentados nos livros didáticos, os conteúdos de Ciências da última série ou ano do EF não contribuem para o entendimento dos conceitos-chave e de

sua potencialidade em conectar os conhecimentos. O conceito de Energia raramente aparece nos capítulos sobre a Química, parecendo ser um conceito exclusivamente da Física. Esta é uma característica presente também em livros de outros autores (JACQUES; MILARÉ, 2007).

Quanto a imprecisões conceituais e confusão terminológica nos capítulos de Química podemos destacar: **(a)** o uso da denominação “tipos” e não “formas” de Energia, que sugere que a Energia não é uma só, porém se manifesta de diferentes formas; **(b)** Calor associado exclusivamente a mudança de temperatura de um corpo e **(c)** analogias que distorcem e ridicularizam os conceitos científicos. Estas imprecisões e ausências de discussões dos aspectos energéticos no tratamento de alguns conhecimentos fortalecem inúmeras concepções alternativas referentes ao estudo da Termoquímica, foco de outros trabalhos que estamos desenvolvendo.

O caráter unificador do conceito de Energia, discutido anteriormente, não é aplicado nos livros didáticos investigados, o que não propicia a inter-relação dos conteúdos e corrobora a fragmentação do pensamento dos estudantes. Além disso, o conceito de Energia é pouco abordado em Química, podendo levar a compreensões equivocadas de conceitos e processos químicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, I.A.; MEGID NETO, J. Qualidade do livro didático de Ciências: o que define e quem define? *Ciência & Ensino*, Campinas, n.2, p. 13-14, jun. 1997.
- ANGOTTI, J. A. P. *Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências*. São Paulo, Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.
- AUTH, M. A.; ANGOTTI, J. A. P. Conceitos Unificadores e a busca dos universais: A temática das combustões. In: ENPEC, 2., 1999, Valinhos. *Atas...* Valinhos, SP, 1999.
- _____. O processo de ensino-aprendizagem com aporte do desenvolvimento histórico universal: a temática das combustões. In: PIETROCOLA, Mauricio (Org.) *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: UFSC, p. 197-232. 2005.
- AXT, R.; BRÜCKMANN, M. E. O conceito de calor nos livros de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.6, n.2, p. 128-142. Florianópolis: UFSC. 1989.
- BARDIN, L. *Análise do conteúdo*. Lisboa: Edições 70 LDA, 1977.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. et al. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998.
- DRIVER, R. et al. *Making sense of secondary science – Research into children’s ideas*. New York: Routledge, 1994.
- FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre Ligação química. *Química Nova na Escola*. n.24, p.20-24, nov., 2006.
- FOUREZ, G. Crises no ensino de ciências? *Investigações em ensino de ciências*, vol.8, n.2, 2003. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>.
- FRACALANZA, H. *O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil*. (Tese de doutorado). Campinas : Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1993.
- FURIÓ, C.; FURIÓ, C. Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, v.11, n.3, p.300-305, 2000.

- JACQUES, V. *A Energia no Ensino Fundamental: O Livro Didático e as Concepções Alternativas*. 2008. 223p. Dissertação. (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2008.
- JACQUES, V.; MILARÉ, T. O Conceito de Energia em um Livro Didático de Oitava Série do Ensino Fundamental. In: ENPEC, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2007.
- LIMA, M. E. C. C.; SILVA, N. S. A Química no Ensino Fundamental: uma proposta em ação. In: ZANON, L. B.; MALDANER, A. M. (org). *Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007, p.89-108.
- LOPES, A.C. Livros Didáticos: Obstáculos ao aprendizado da Ciência Química. *Química Nova*, v. 15, n.3, 1992.
- MEGID NETO, J. & FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: Problemas e soluções. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.
- MILARÉ, T. 2007 Ligações Iônica e Covalente: Relações entre as concepções dos estudantes e dos livros de Ciências. In: ENPEC, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2007.
- _____. *Ciências na 8ª série: da Química disciplinar à Química do Cidadão*. 2008. 213p. Dissertação. (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2008.
- MORTIMER, E. F. **A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário**. Em Aberto. Ano 7. Número 40. Brasília: INEP (p. 25-41), 1988.
- MORTIMER, E. F. et al. Regra do octeto e teoria da Ligação química no Ensino Médio: Dogma ou Ciência? *Química Nova*. v.17, n.2, p.243-252, 1994.
- MORTIMER, E. F; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e Temperatura no Ensino de Termoquímica. *Química Nova na Escola*. n.7, p.30-34, maio, 1998.
- OLIVEIRA, R O.; SANTOS, J. M. A Energia e a Química. *Química Nova na Escola*. n.8. nov. 1998.
- PIMENTEL, J. R. Livros didáticos de ciências: a física e alguns problemas. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.15, n.3., p. 308-318, 1998.
- PRETTO, N. L. *A ciência nos livros didáticos*. Campinas-SP: Ed. da UNICAMP; Salvador: CED/UFBA, 95 p. 1985.
- ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, n.8, nov., 1998.
- SEVILLA SEGURA. C. Reflexiones en torno al concepto de energia. Implicaciones curriculares. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 3, p. 247-252, 1986.
- SOUZA FILHO, O. M. *Evolução da idéia de conservação da energia: um exemplo de história da ciência no ensino de física*. São Paulo, 1987. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade em Física). Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.
- SOUZA, S. C. *Leitura e Fotossíntese: Proposta de Ensino numa abordagem cultural*. 2000. 313f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.
- TERRAZZAN, E.A. *A Conceituação não-convencional de energia no pensamento dos estudantes*. São Paulo. 1985. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Modalidade Física e Química). Universidade de São Paulo, 1985.
- VIENNOT, L. *Raisonnement en Physique. La part du sens commun*. De Boeck & Larcier S.A.. Paris, Bruxelles, 1996.