

O CONCEITO DE ENERGIA EM UM LIVRO DIDÁTICO DE OITAVA SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL

THE ENERGY'S CONCEPT IN A DIDACTIC BOOK OF EIGHTH SERIES OF BASIC EDUCATION

Vinicius Jacques¹
Tathiane Milaré²

Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC, vinicius@ced.ufsc.br
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC, tathiane@ced.ufsc.br

Resumo

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. O livro didático, por sua vez, mesmo sendo alvo de programas governamentais que avaliam, selecionam e distribuem volumes às escolas, ainda apresenta deficiências e limitações, além de abordagens aquém das discussões realizadas nas comunidades de pesquisa em Ensino de Ciências, como é o caso da existência e importância das concepções alternativas dos alunos. Desta forma, o presente trabalho apresenta uma discussão acerca das concepções alternativas referentes ao conceito de energia e sobre a maneira de abordagem deste conceito proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e presente em um livro didático de oitava série do Ensino Fundamental.

Palavras-chaves: Energia; Livro Didático; Ensino de Ciências.

Abstract

The energy concept is extremely important in the learning of Sciences and its unifying character make it powerful and fruitful to mensurate, join and interrelate different contents of Sciences. It is a concept sufficiently complex and, according to research about misconceptions, it is frequently understood simplified, attached to only or few phenomena. The didactic book, even being aim of governmental programs that evaluate, select and distribute books to schools, still presents deficiencies and limitations, beyond boardings over the quarrel done carried through in the communities of research in Science Education, as the case of the existence and importance of the misconceptions of the pupils. So, the present work presents a discussion concerning the misconceptions on energy and the way of treatment about this concept considered for the National Curricular Parameters and present in a didactic book of eighth series it basic education.

Keywords: Energy; Didactic Book; Science Education.

LIVROS DIDÁTICOS

“É imensa a distância entre o livro impresso e o livro lido, entre o livro lido e o livro compreendido, assimilado, sabido!”

Gaston Bachelard

Os livros didáticos são instrumentos muito utilizados por professores e alunos do Ensino Fundamental e Médio para acesso à informação, no estudo para compreensão de conceitos e na realização de exercícios que visam muitas vezes à preparação para concursos vestibulares. Mesmo com tal relevância para o ensino e a aprendizagem, inúmeras publicações (NETO & FRANCALANZA, 2003; TIEDEMANN, 1998; SELLES & FERREIRA, 2004) têm apontado erros conceituais, ilustrações inadequadas e má distribuição dos conteúdos nos livros mais 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. (NETO & FRANCALANZA, 2003).

Como decorrência destas falhas nas abordagens dos livros, o trabalho de selecionar, reformular ou adaptar conteúdos ao currículo escolar acaba sendo do próprio professor. Para tal, é necessário que ele esteja preparado suficientemente para sua área de atuação, o que nem sempre é possível, visto o número considerável de professores formados em áreas distintas da de atuação. Além disso, esta é uma tarefa que exige tempo, algo que raríssimos professores dispõem, considerando a carga horária elevada destes profissionais.

No caso da oitava¹ série do Ensino Fundamental, os conteúdos abordados em Ciências geralmente são das áreas de Física e Química e o professor, responsável pelo ensino de Ciências, em geral, possui formação em Ciências Biológicas. Por terem que tratar de assuntos que geralmente não estão presentes em seu curso de formação inicial, os professores acabam utilizando o livro didático como principal guia de organização, seleção e abordagem de conteúdos em suas aulas. (SANTOS, 1997).

No Brasil existe o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que, segundo informações contidas no sítio do Ministério de Educação e Cultura (MEC)², tem por objetivo oferecer aos alunos e professores de escolas públicas do Ensino Fundamental, de forma universal e gratuita, livros didáticos que sejam de qualidade para apoio ao processo de ensino-aprendizagem desenvolvido em sala de aula. Desde 1996, a Secretaria de Educação Básica (SEB) coordena o processo de avaliação pedagógica sistemática das obras inscritas no PNLD. O processo é realizado em parceria com universidades públicas que se responsabilizam pela avaliação dos livros didáticos. (MEC, 2006). Apesar dessas iniciativas, é possível perceber inúmeros problemas, como por exemplo, erros conceituais, ilustrações inadequadas e abordagens equivocadas da Ciência em livros de Ciências recomendados por este programa. Neste sentido, é evidente a importância destes serem utilizados com um olhar crítico sobre seus conteúdos e estrutura, a fim de evitar deficiências no ensino e na aprendizagem de conceitos que estarão presentes durante toda a vida escolar dos estudantes.

Dada a importância que o livro didático possui no contexto escolar, este trabalho visa discutir a apresentação que um dos exemplares³ recomendado pelo PNLD 2005 faz acerca da noção de energia, considerando as pesquisas em concepções alternativas e as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para este conceito.

¹ Corresponde a última série do Ensino Fundamental – atual 9ª série. Neste trabalho usaremos a denominação antiga.

² <http://portal.mec.gov.br> acessado em 26 de Julho de 2006.

³ Este trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla em que outros livros de Ciências do Ensino Fundamental estão em processo de análise.

A ENERGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano”.

Isaac Newton

Muitos são os conceitos importantes e fundamentais para a compreensão da Ciência, alguns, porém, constituem-se de pilares, sustentando e balizando os demais. O conceito de energia é de extraordinária importância e tem sido apontado por vários autores (SOLBES & TARÍN, 1998; SEVILLA, 1986; PÉREZ-LANDEZÁBEL *et al.*, 1995) como um elemento de ligação entre as diferentes partes da Física. Como Angotti (1991), acreditamos que devido 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 & Angotti (2001, 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. 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.

Porém, por ser abstrato e muito abrangente, o conceito de energia é de difícil compreensão, ficando na maioria das vezes à mercê de interpretações causais, que acabam contribuindo para o fortalecimento do senso comum. Inúmeros foram os estudos⁴ realizados sobre as concepções dos estudantes sobre energia e seus derivados. Estes estudos detectaram as principais dificuldades relacionadas ao aprendizado deste conceito e apontaram novas diretrizes e estratégias para um processo de ensino-aprendizagem mais eficiente.

Driver e colaboradores (1994) sintetizaram os resultados de pesquisa até aquela época nas seguintes categorias:

- a) Concepção antropocêntrica, em que a energia aparece associada somente com objetos vivos;
- b) Energia armazenada ou vista como sendo um agente causal armazenado em certos objetos (reservatório);
- c) Energia associada à força e movimento;
- d) Energia como combustível;
- e) Energia como um fluido, um ingrediente ou um produto.

Discussões a respeito destas concepções tornam-se importantes para ampliar a capacidade de argumentação e participação dos estudantes na sociedade. Alunos com concepções como estas podem apresentar dificuldades de compreensão de diversos temas estudados não só em Física, como também em Biologia e Química. Poderão, ainda, não reconhecer problemas diversos da sociedade atual, diariamente divulgados na mídia, como os conflitos entre nações pelo petróleo, o desenvolvimento de tecnologias que funcionam cada vez com menores quantidades e com mais variedades de combustíveis, além dos impactos ambiental, econômico e político da geração de energia. Até mesmo a leitura e o entendimento de embalagens de produtos alimentícios podem ser prejudicados, uma vez que há uma crescente preocupação com a quantidade energética dos alimentos.

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

⁴ Ver, entre outros: CLEMENT (1978), DUIT (1981, 1987), WATTS (1983), WATTS & GILBERT (1985), SOLOMOM (1983, 1985), BLISS & OGBORN (1985), GILBERT & POPE (1986), SOUZA FILHO (1987), HIGA (1988), TRUMPER (1991, 1993 e 1997), DRIVER (1994), PÉREZ-LANDEZÁBAL *et al.* (1995), DUIT & HAEUSLLER (1995), SILVA (1995), HENRIQUE (1996), MORTIMER & AMARAL (1998), IOANNIDIS & SPILIOPOULOU (1999).

autonomia crítica perante a sociedade e se familiarizando com as idéias provenientes das Ciências.

A ENERGIA NOS PCN

“O estudante não é só cidadão do futuro, mas já é cidadão hoje (...)”
PCN, Ciências Naturais

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino de Ciências no Ensino Fundamental apresentam como um dos objetivos a serem alcançados pelos alunos ao concluírem esta fase escolar a utilização de conhecimentos científicos associados, entre outros, à energia (BRASIL, 1998). Divididos em quatro eixos temáticos, “Vida e Ambiente”, “Ser Humano e Saúde”, “Tecnologia e Sociedade” e “Terra e Universo”, os PCN sugerem o tratamento do conceito de energia nos três primeiros eixos com um enfoque diferenciado em cada.

O eixo “Vida e Ambiente” enfoca as questões envolvendo diversos aspectos, como o político, o histórico, o social e o econômico. O estudo do fluxo de energia é então sugerido com relação ao meio ambiente como, por exemplo, “os caminhos que a energia solar percorre até a dissipação de calor no planeta”. (BRASIL, 1998, p.42). Outra sugestão é o tratamento do fluxo de energia em conjunto com outros assuntos, como a variação da radiação solar conforme a latitude, a fotossíntese, a respiração celular, as teias alimentares e as transformações de energia provocadas pelo ser humano. Conceitos relacionados ao fluxo de energia, segundo os PCN, não devem ser vistos diretamente, mas sim interpretados a partir de evidências, construindo gradativamente o conceito a partir de idéias mais simples. As relações entre energia, matéria e seres vivos devem ser tratadas nas aulas de Ciências levando o aluno a reconhecer a importância da preservação ambiental e o longo período necessário para as formações dos ambientes naturais.

O eixo temático “Ser Humano e Saúde” trata das concepções acerca do corpo humano e de suas interações com o ambiente. Propõe ainda que a transformação de energia seja um dos fatores do estudo e da compreensão do desenvolvimento e funcionamento do corpo humano.

No eixo “Tecnologia e Sociedade” discutem-se a importância de preparar o aluno para o uso das tecnologias e para discussões sobre os aspectos éticos e ambientais envolvidos na produção e a utilização de produtos tecnológicos diversos. A importância de se ter energia é comparada à importância de se ter conhecimento e informação nos tempos atuais. A sugestão de abordagem da transformação de energia é relacionada a temas diversos, como conservação de alimentos, produção de bens de consumo e outras tecnologias. Uma visão mais crítica envolvendo aspectos sociais, econômicos e políticos acerca da energia também é uma proposta do referente eixo temático. O estudo da produção, da distribuição e do uso da energia elétrica também é sugerido de forma mais “ativa”, através de visitas técnicas, leituras, experimentos entre outras abordagens. Temas, como a energia nuclear, são sugeridos no tratamento dos “temas transversais” aos quais podemos atribuir os objetivos de “dar sentido prático às teorias e aos conceitos científicos trabalhados na escola” e de “favorecer a análise de temas atuais”.

Restringindo-se às orientações presentes nos PCN ao quarto ciclo do Ensino Fundamental, correspondente a sétima e oitava séries, tem-se o conceito de energia relacionado a conhecimentos mais complexos e gerais. Nos objetivos do quarto ciclo do Ensino Fundamental tem-se que o aluno deve desenvolver a capacidade de “Compreender as relações de mão dupla entre o processo social e a evolução das tecnologias, associadas à compreensão dos processos de transformação de energia, dos materiais e da vida” e de “caracterizar as transformações [...] associadas aos ciclos dos materiais e ao fluxo de energia na Terra, reconhecendo a necessidade de investimento para preservar o ambiente em geral e, particularmente, em sua região.” (BRASIL, 1998, p. 89-90).

A energia, neste ciclo, também é abordada em processos mais complexos, como os químicos. Um exemplo é a introdução de noções como o “conjunto de reações químicas que

habilita as células verdes vegetais a sintetizar moléculas de açúcar utilizando energia solar, moléculas de gás carbônico e de água”. Uma “nova” forma de energia então é abordada, ou seja, a noção de energia química é trabalhada em processos como a respiração celular.

Os PCN também chamam a atenção a erros comuns cometidos em sala de aula ao se abordar a fotossíntese como um processo contrário ao da respiração, que também é considerado um processo noturno. Outra preocupação presente no documento refere-se à comparação entre combustão e respiração celular, sendo que “ambas as reações [...] permitem a liberação de energia, [mas] diferem totalmente quanto aos níveis de energia e várias outras características” (BRASIL, 1998, p.99).

Cadeias e teias alimentares já tratadas em outros estágios de ensino são retomadas, porém considerando e comparando as diferentes maneiras de transferência de energia. O aproveitamento da energia dos alimentos, por exemplo, é retomado com mais ênfase neste ciclo, dentro do eixo “Ser Humano e Saúde”. Sugere-se também o estudo do aproveitamento da energia dos alimentos destacando a importância do oxigênio neste processo.

A respiração celular passa a ser enfocada como um processo de obtenção de energia, inclusive para as plantas que fazem fotossíntese. A obtenção de energia como processo comum nos organismos uni e pluricelulares deve mostrar aos alunos que a energia também está presente em sistemas microscópicos. As fontes e transformações de energia são tratadas sob o enfoque de processos tecnológicos ligados ao transporte, agricultura, manufatura e indústria de bens e serviços.

A compreensão e a identificação do fluxo de energia em situações divulgadas na mídia são processos sugeridos para a avaliação da aprendizagem. O aluno também deverá ser capaz de reconhecer processos onde há transformações de energia. Neste sentido, a avaliação deve considerar a capacidade dos alunos de “comparar exemplos de utilização de tecnologias em diferentes situações culturais, avaliando o papel da tecnologia no processo social e explicando as transformações de matéria, energia e vida” (BRASIL, 1998, p. 113). Outro ponto a ser avaliado refere-se à capacidade dos alunos em organizarem as etapas de transformação de matéria e de energia ao explicarem as diferentes tecnologias especificamente estudadas.

A leitura de textos diversos para trabalhar os conteúdos de cada série é mais uma das propostas dos PCN. Para o tema energia, a sugestão baseia-se no uso de folhetos de empresas distribuidoras de energia elétrica para que o aluno leia e busque compreendê-lo utilizando os conhecimentos já adquiridos em sua vivência escolar.

Baseando-se nas propostas apresentadas e nos resultados das pesquisas sobre concepções alternativas de energia, buscou-se identificar a presença destes aspectos em um livro didático.

METODOLOGIA

“Uma parte de mim é só vertigem: outra parte é linguagem.”

Ferreira Gullar

A análise do Livro Didático de Ciências de 8ª série do Ensino Fundamental, intitulado Ciências, Matéria e Energia, de Fernando Gewandszajder, deu-se em primeiro lugar pelo fato desta obra ser oficialmente recomendada pelo PNLN de 2005. Em segundo, a escolha deste, entre outros livros didáticos, deve-se a sua adoção e utilização durante o ano letivo de 2006 numa das principais escolas públicas de Florianópolis, Santa Catarina.

Para análise da exploração do conceito de energia ao longo da obra, prosseguiu-se da seguinte maneira:

1) Selecionaram-se todas as passagens que mencionassem a denominação energia e/ou seus derivados;

2) Após a transcrição desses recortes, os trechos foram agrupados por similaridade, originando grupos onde era possível verificar idéias compatíveis com as seguintes categorias: i) relações entre as formas de apresentação e as concepções alternativas (como por exemplo, passagens que reforçam as concepções classificadas por Driver et al.(1994)); ii) relações com as recomendações dos PCN; iii) erros conceituais; iv) aspectos históricos relativos ao conceito e v) relações entre o conceito e as áreas da Ciência.

3) Analisaram-se as categorias fundamentando-se nos objetivos estabelecidos nos PCN para o ensino de Ciências Naturais para o quarto ciclo do Ensino Fundamental (que abrange a sétima e oitava séries) e nas principais concepções alternativas identificadas por pesquisas acadêmicas, focalizando o conceito de energia e temas relacionados a ele.

ENERGIA NO LIVRO ANALISADO

“Existem coisas encerradas dentro dos muros, que se saíssem às ruas e gritassem encheriam o mundo”.

Federico Garcia Lorca

O termo energia aparece na capa, como título da obra, evidenciando que o autor contemplará um dos objetivos citados pelos PCN para o quarto ciclo, que é fazer com que o aluno compreenda os processos de transformações de energia e dos materiais, como citado anteriormente.

No início do livro, o autor diz que os alunos conhecerão a Química e a Física que “estudam as transformações que ocorrem com a matéria e a energia em nosso planeta” (GEWANDSZNAJDER, 2002, p.03). Mesmo que os PCN proponham que na oitava série (quarto ciclo) os assuntos a serem trabalhados em sala de aula sejam abordados sob o ponto de vista das Ciências em geral, é possível notar que os aspectos biológicos não são valorizados no livro. A idéia que pode surgir desta forma de tratamento dos conteúdos pode sugerir ao leitor, de forma equivocada, que conceitos envolvendo a energia e a matéria não sejam importantes para as ciências biológicas. Além disso, outra idéia que pode originar é que os conhecimentos físicos e químicos não contribuem para a compreensão dos fenômenos que ocorrem fora do Planeta Terra.

No primeiro capítulo do livro, a energia é mencionada, em conjunto com outros termos, como um conceito importante na compreensão de fenômenos diversos do dia-a-dia e como uma palavra de uso freqüente para os cientistas em suas atividades.

A energia é um conceito complexo e difícil de ser definido embora seja extensamente utilizado. O autor apresenta esta dificuldade de definir, em palavras, o que é energia ao leitor. Esta atitude pode colaborar implicitamente com a compreensão de que nem sempre é possível explicar ou definir de forma clara e bem delimitada alguns dos conceitos que fazem parte do conhecimento científico. Assim, a energia é apresentada como algo que o leitor, no caso o aluno, entenderá melhor ao longo do ano de estudo. Quando busca uma explicação ou definição para o conceito, o aluno é apresentado a grandezas ainda não estudadas, como “pense em energia como a capacidade de realizar trabalho”, onde este é explicado pelo exemplo, “quando você faz uma força e levanta um objeto, você realizou trabalho” (GEWANDSZNAJDER, 2002, p.16). Esta passagem, se interpretada solitariamente pelo aluno, pode reforçar algumas das principais concepções alternativas dos estudantes referentes ao conceito de energia, onde a energia aparece associada com objetos vivos e também associada à força e movimento. Concepções estas que podem se tornar obstáculos à aprendizagem do conceito. Explicar o conceito de energia através do termo “trabalho” sem definir ou explicar pode confundir o aluno. Afinal, os estudantes utilizam esta palavra de forma bastante diferente do sentido que lhe é atribuído pelo conhecimento científico e usado no texto.

A transferência de calor entre corpos de temperaturas diferentes é o enfoque principal na primeira discussão sobre mudança de estado físico. Inicialmente, a explicação de que as

“partículas” das substâncias adquirem energia e passam a vibrar mais, o que aumenta a temperatura e pode resultar numa mudança de estado físico, é feita para explicar o processo de vaporização, diferenciando do processo de ebulição. A maneira com que esta distinção é feita pode induzir que nas outras mudanças de estado físico as “partículas” não adquirem energia. O calor, no entanto, não é definido. É importante lembrar que, assim como a energia, calor é um conceito abstrato e difícil de ser compreendido. Inúmeros foram os estudos que mostraram as dificuldades e confusões da compreensão do conceito de calor, utilizações equivocadas do senso comum e a não distinção entre calor e temperatura. (SILVA, NETO & CARVALHO, 1988; AGUIAR JR & MORTIMER, 2005).

Uma das concepções classificadas por Driver e colaboradores (1994) que se refere à relação da energia com o movimento pode ser reforçada em passagens como “Na evaporação, [...] as partículas [...] se movimentam com mais energia que as outras...” (GEWANDSZNAJDER, 2002, p. 15). Neste trecho, não fica claro o que é se *movimentar com mais energia*. Há, então, diversas interpretações possíveis que retratam as concepções alternativas.

A quantidade de calor necessária para haver a mudança de estado ou uma reação química é apresentada ao se discutir propriedades e obtenção de metais. Esta apresentação é importante para o aluno compreender que a energia também está envolvida em fenômenos químicos e que, se determinada quantidade de energia não é fornecida, uma reação química pode não ocorrer. É o caso apresentado do palito de fósforo, que, para ser aceso, ou seja, para que a reação envolvida ocorra, é necessário fornecer energia através do calor resultante do atrito. Em alguns momentos, porém, não é possível ter uma idéia da quantidade de calor envolvida nos processos em trechos como “E esquentar a areia para produzir vidro é uma técnica muito antiga” (GEWANDSZNAJDER, 2002, p. 56). A questão que pode surgir é: aquecer quanto?

Há no livro a narrativa de inúmeros exemplos de transformação da energia a partir de eventos do dia a dia, como, “na lâmpada, por exemplo, uma parte da energia elétrica é transformada em luz” (GEWANDSZNAJDER, 2002, p.17). O leitor é apresentado a uma nova forma de energia (luz), embora isso não ocorra explicitamente. Assim, o aluno pode ter dúvidas se a luz é, ou não, uma forma de energia. Outro ponto é que o trecho, se analisado independente do restante do capítulo, parece violar o Princípio da Conservação da Energia, denominado pelo autor como uma lei. O estudante é apresentado a uma transformação parcial da energia, onde outras modalidades não são citadas, como a transformação em calor – exemplo que é reutilizado na seqüência do livro. Em vários momentos da obra, o autor procura mostrar as principais transformações que ocorrem com a energia, onde os mesmos exemplos são reutilizados para evidenciar as transformações que estão ocorrendo, no caso as mesmas já abordadas em situações anteriores.

No que se refere ao uso de fórmulas e cálculos, o leitor é apresentado às principais equações que serão utilizadas para resolução de problemas. Problemas apresentados ao término do capítulo e bastantes similares, porém com menor grau de dificuldade, aos exercícios que ele encontrará no ensino médio. Estes exercícios, como tantos outros, buscam avaliar a capacidade dos estudantes de interpretar um enunciado, obterem as grandezas mencionadas e aplicá-las numa das equações. Esta, entre as outras categorias é a que mais evidenciou a preocupação na preparação do aluno para o Ensino Médio, onde as equações acompanhadas de cada assunto tratado é uma síntese de conteúdos futuros, mudando apenas o grau de dificuldade e exigência.

Como diversas outras obras para a oitava série, o conteúdo de Ciências é dividido entre Química e Física. As referências à energia, no entanto, estão concentradas nos conteúdos de Física. O livro refere-se, em alguns momentos, à energia química como a energia presente nos alimentos, fornecida e necessária ao organismo humano para se manter em atividade, sem defini-la de forma mais completa. A energia química também é mencionada como a energia presente nos combustíveis e que é transformada em energia luminosa e térmica na combustão. Não sendo

objetivo deste artigo discutir se é adequado ou não a presença de determinados conteúdos de Química e Física na oitava série do Ensino Fundamental, uma vez que algumas idéias são expostas no livro, estas devem ter explicações corretas para não prejudicarem estudos posteriores. Quanto à energia presente nas reações de combustão, Oliveira e Santos (1998), afirmam que, na verdade, 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. Segundo estes autores:

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).

Assim, é a energia térmica resultante da combustão e não do combustível que verificamos no processo.

A estabilidade dos átomos e a formação de ligações químicas são apresentadas, mas não é feita relação com a energia envolvida nestes processos como, por exemplo, quando o autor explica que um átomo “ganha” ou “perde” elétrons para estabilizar-se.

Outra categoria do trabalho de Driver e colaboradores (1994) é da energia vista como sendo um agente causal armazenado em certos objetos (reservatório). Concepção que pode ser reforçada por alguns trechos da categoria “Energia como causa e/ou efeito”. Nesta categoria a energia é apresentada como causa responsável para que algo aconteça, como “... o calor provocou o aumento das dimensões de um corpo” (GEWANDSZNAJDER, 2002, p. 181). É importante que os alunos compreendam a dilatação dos corpos em nível microscópico e não associá-las e justificá-las simplesmente com o ganho ou perda de calor. Quanto a objetos como certos reservatórios de energia, o aluno poderá reforçar tal concepção na leitura de trechos como, “Nos alimentos há uma forma de energia, que é a energia química” (GEWANDSZNAJDER, 2002, p. 17); “A pilha usa energia química para manter essa diferença de potencial” (GEWANDSZNAJDER, 2002, p. 242). Pode-se ter a impressão, mais uma vez, que a energia está contida nestes objetos (alimento e pilha), independentemente das reações químicas que sofrem, como já discutido.

Quanto ao processo de respiração celular como um processo de obtenção de energia, que é uma das considerações dos PCN, não encontramos na obra elementos suficientes que atendam tais recomendações. O autor cita apenas a respiração celular como uma reação química, comentando que esta “libera energia para as atividades do corpo” (GEWANDSZNAJDER, 2002, p. 92). A noção de energia química poderia ser melhor explorada a partir da respiração celular. Outro ponto recomendando pelos PCN e ausente ao longo da obra é a comparação entre combustão e respiração celular, alertando para o fato de ambos permitirem a liberação de energia, e principalmente a elucidação de outras características particulares e diferentes para cada processo.

A fotossíntese como processo químico que ocorre nas células também não é abordado de maneira a contemplar as recomendações dos PCN nesta série do Ensino Fundamental. O mesmo é citado como “Na fotossíntese, as plantas sintetizam o açúcar que irá fazer parte do seu corpo e que poderá servir de alimento para outros seres vivos” (GEWANDSZNAJDER, 2002, p. 92). O autor não apresenta e explora as reações químicas realizadas a fim de sintetizar o açúcar. Nota-se a falta da abordagem de assuntos como estes sob o ponto de vista da Biologia, o que dificulta a compreensão de que as diferentes ciências podem ter o mesmo objeto de estudo e que, por exemplo, a fotossíntese estudada nas séries anteriores sob o enfoque biológico é a mesma a ser estudada no livro em questão.

Ao longo da análise do livro didático não encontramos a utilização de textos que utilizam a evolução histórica do conceito de energia. Alguns trabalhos, como Souza Filho (1987) e Henrique (1996), sugerem a utilização desses textos como instrumento facilitador para a construção do conceito de energia. O autor busca contextualizar em diversos momentos o uso desse conceito, dando exemplos cotidianos de transformações de energia, porém não remete ao passado histórico desse conceito, assim como a dificuldade da compreensão do mesmo por outros cientistas. Percebe-se também que ao longo da obra as concepções dos alunos referentes ao conceito de energia não são instigadas, na tentativa de evidenciá-las como auxílio ao processo de ensino-aprendizagem.

Outro ponto que poderia ser muito mais abordado e explorado ao longo da obra são as fontes alternativas de energia. Esta abordagem poderia ser através de textos mostrando os impactos, vantagens e desvantagens de cada forma de obtenção da energia elétrica e que propiciem ao estudante uma formação crítica e responsável, tal como foi feito na seção “leitura especial” para a energia nuclear.

A energia nuclear, atendendo as sugestões dos PCN, é apresentada em um texto ao final do capítulo de “*Reações Químicas*”. Inicialmente, no texto, idéias do senso comum que podem ser originadas de livros ou filmes sobre acidentes nucleares são questionadas. Nota-se a tentativa de se criar um conflito entre as idéias que possivelmente os estudantes possuem com as idéias a serem apresentadas no texto. O texto apresentado possui qualidade e considera os aspectos positivos e negativos da produção e uso da energia nuclear, assim como discute a importância do uso da radioatividade na sociedade atual e os problemas causados pelo lixo atômico. As limitações da ciência, neste texto, são consideradas.

De um modo geral, os conteúdos de Física e de Química são trabalhados de maneira a preparar o aluno para seu ingresso no Ensino Médio. Porém, muitos conceitos quando tratados de maneira superficial e sem considerar as concepções dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem podem se tornar obstáculos ainda maiores para a compreensão destes. Os conteúdos são, na verdade, uma síntese do conteúdo abordado no Ensino Médio. Cada tópico é abordado de maneira simplificada e os exercícios envolvem um grau menor de dificuldade. Outros assuntos ficam de fora do conteúdo estudado na última etapa do Ensino Fundamental, mais provavelmente pela questão de tempo do que pela sua importância.

A fim de contemplar as recomendações dos PCN o autor procura mostrar que as figuras tratam de modelos e sempre alerta para os perigos e riscos da realização de experimentos sem o auxílio do professor. Porém, são mudanças periféricas, o conteúdo central não apresenta grandes inovações.

Acreditamos que o papel do ensino de Ciências na oitava série do Ensino Fundamental é muito mais o de despertar a curiosidade do aluno, procurar conhecer seu ponto de vista e confrontá-lo com o conhecimento cientificamente aceito do que simplesmente fornecer enunciados, fórmulas e explicações prontas, acabadas.

Ao longo da obra, a história dos vencedores é valorizada. Outros cientistas que contribuíram enormemente para a evolução das Ciências são, quando citados, tratados superficialmente. Novamente, o contexto histórico poderia ser utilizado para mostrar a evolução de conceitos, no caso, o de energia, evidenciando a participação até mesmo simultânea de diferentes pesquisadores e que os erros são importantes nesta construção. A idéia de que a ciência possui um método baseado em observações, hipóteses, experimentos, leis, etc também está presente na obra.

É necessário destacar novamente que a intenção deste trabalho não é o de discutir a pertinência dos conteúdos abordados no livro para a série em estudo. Mesmo que existam discussões diversas sobre a presença de determinados conceitos no currículo escolar da oitava série, o foco deste artigo foi o estudo de como a energia é tratada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da crescente preocupação com o ensino de Ciências, principalmente no que se refere às concepções do senso comum, que podem tornar-se obstáculos à aprendizagem, nota-se que algumas das concepções alternativas, como são os casos das referentes ao conceito de energia, ainda não são considerados em textos de autores de livros didáticos.

O desafio de resumir os conteúdos do Ensino Médio para uma obra da oitava série do Ensino Fundamental prejudica o aprofundamento das explicações necessário para que o aluno compreenda corretamente os conceitos. A variedade e o pouco aprofundamento dos assuntos tratados não colaboram com a compreensão da Ciência nem com a formação dos estudantes como cidadãos.

Quanto ao conceito de energia, nota-se que este aparece com a finalidade de incrementar os conteúdos, ou seja, uma forma de enriquecer os assuntos tratados deixando de lado seu caráter unificador na compreensão dos processos estudados em Ciências. Numa pesquisa em andamento, as análises prévias realizadas em outros livros de Ciências de oitava série têm mostrado tratamento semelhante aos apontados neste artigo.

Diante de tais colocações, o professor é uma peça fundamental para o contorno das situações apresentadas neste trabalho. Como relata Monteiro e Justi (2000), diferentemente do professor, os autores não possuem qualquer mecanismo para avaliar a compreensão dos conceitos pelos alunos. Assim, perante a forma como os conteúdos são apresentados nos livros, o professor deve fazer uma avaliação criteriosa da mesma e identificar quais são os aspectos positivos e negativos presentes. A partir desta avaliação, o professor deveria ser auxiliado a atuar em sala de aula de maneira corretiva e de julgar a conveniência do uso destes materiais didáticos para o ensino e aprendizagem dos conceitos de Ciências.

Para tal atuação é imprescindível que o professor esteja preparado para atuar com olhar crítico e colaborar para uma aprendizagem efetiva e significativa de seus alunos. Assim, é de extrema importância que trabalhos como estes sejam acessíveis e até mesmo desenvolvidos por professores em formação, a fim de mostrar a necessidade de se avaliar os materiais didáticos disponíveis na escola.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR JÚNIOR, O. G.; MORTIMER, E. F. Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. *Investigações no ensino de ciências*. v. 10, n. 2, 2005.
- 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. 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, 2001. p. 197-232.
- BLISS, J.; OGBORN, J. Children's choices of uses of energy. *Eur. Journal of Science Education*, v.7, n.2, p. 195-203, 1985.

- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. de et al. *Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998.
- CLEMENT, J. J. *Mapping a student's causal conceptions from a physics problem-solving protocol*. Massachusetts : University of Massachusetts, 1978.
- DRIVER, R. et al. *Making sense of secondary science – Research into children's ideas*. New York: Routledge, 1994.
- DUIT, R. Student's notions about the energy concept – before and after physics instruction. IN: JUNG, M. PFUNDT, H & RHONECK, C.V. *Problems concerning student's representations of physics and chemistry knowledge Publisher*. 1981.
- _____. Should energy be illustrated as something quasi-material? *International Journal of Science Education*, vol.9, no. 2, p.139-145, 1987.
- _____. HAEUSSLER, P. Learning and teaching energy. In FENSHAM, Peter al (eds): *The content of science (A constructivist approach to its teaching and learning)*. London: The Palmer Press, 1995.
- FOUREZ, G. Crises no ensino de ciências? In: *Investigações em ensino de ciências*, vol.8, n.2, 2003. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>.
- GEWANDSZNAJDER, F. *Ciências, Matéria e Energia*. São Paulo: Ática, 2002.
- GILBERT, J. K.; POPE, M. Small group discussions about conceptions in science: a case study. *Research in Science and Technological Education*, v. 4, p. 61-76, 1986.
- HENRIQUE, K. F. *O pensamento físico e o pensamento do senso comum: a energia no 2º grau*. São Paulo, Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- HIGA, T. T. *Conservação de Energia: estudo histórico e levantamento conceitual dos alunos*. São Paulo, Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade em Física) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1988.
- IOANNIDIS, G. S.; SPILIOPOULOU, V.; Childrens Drawings and Stories about Energy. *Second International Conference of the European Science Education Research Association (ESERA) (Atas)*, vol. 1, p. 95-97, 1999.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DA CULTURA, Disponível em: <<http://www.portal.mec.gov.br>> . Acesso em 26 jul. 2006.
- MORTIMER, E. F. e AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola*, 7, p.34. 1998.
- NETO, J. M.; FRANCALANZA, H. O Livro Didático de Ciências: Problemas e soluções. *Ciência & Educação*, v.9, n.2, p. 147-157, 2003.
- OLIVEIRA, R O.; SANTOS, J. M. A Energia e a Química. *Química nova na escola*. n. 8. nov. 1998.
- PÉREZ-LANDEZÁBAL, M. C.; FAVIERES, A.; MANRIQUE, M. J. ; VARELA, P. La energía como núcleo en el diseño curricular de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 13, n.1, p. 55-65, 1995.
- SANTOS, G. L. *O ensino de física na 8ª série do 1º grau segundo a fala de professores da Rede Municipal de Ensino do Rio de Janeiro: um estudo exploratório*. 1997. 119 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- SELLES S. E.; FERREIRA, M. S. Influências sócio-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004.

- SEVILLA, S. C. Reflexiones en torno al concepto de energia. Implicaciones curriculares. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 3, p. 247-252, 1986.
- SILVA, D. *Estudo das trajetórias cognitivas de alunos no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação-USP. 1995.
- SILVA, D.; NETO, V. F.; CARVALHO, A. M. P. Ensino da distinção entre calor e temperatura: uma visão construtivista. In: NARDI, R. (org). *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras Editoras, 1998. p.61-76.
- SOLBES, J.; TARÍN, F. Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 3, p. 387-97, 1998.
- SOLOMON, J. Learning about energy: how pupils think in two domains. *European Journal of Science Education*. Vol 05, 1983.
- _____. Teaching the conservation of energy. *Physics Education*, v. 20, p. 165-170, 1985.
- 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.
- TIEDEMANN, P. W. Conteúdos de Química em Livros Didáticos de Ciências. *Ciência & Educação*. v.5, n.2, p.15-22, 1998.
- TRUMPER, R. Being constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept – part two. *International Journal of Science Education*, v. 13, n. 1, p. 1-10, 1991.
- _____. Children's energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education*, v. 15, n. 2, p. 139-148, 1993.
- _____. The need for change in elementary school teacher training: the case of the energy concept is an example. *Educational Research*, vol.39, no.2, p.157-174, 1997.
- WATTS, D. M. Some alternative views of energy. *Physics Education*, vol. 18, pág. 213-216, 1983.
- WATTS, D. M; GILBERT, J. K. *Appraising the understanding of science concepts: energy*. Guildford: Department of Educational Studies, University of Surrey. 1985.