

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO E A APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE ENERGIA

Some consideration on the energy concept teaching and learning

Alice Assis¹

Ode Pacubi Baierl Teixeira²

Resumo: Neste artigo procuramos abordar alguns aspectos relevantes sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia, tais como as concepções de energia do senso comum e as relações entre transformações de energia e meio ambiente, bem como destacar a viabilidade da utilização de textos com abordagens históricas e, finalmente, analisamos um texto interdisciplinar que relaciona energia e meio ambiente. Com relação ao referido texto, discutimos a possibilidade de o mesmo levar o estudante a um entendimento das noções fundamentais de energia, mediante a contextualização histórica, social, política, econômica e ambiental dessas noções.

Unitermos: Energia; leitura; textos históricos; energia e meio ambiente.

Abstract: In this paper, we focus on some relevant aspects about the teaching and learning of the energy concept such as the energy conceptions of common sense and the relations between the energy transformations and environment, as well as it stands out the applicability of texts with historical approaches, and finally we also made use of an interdisciplinary text that relates energy to environment. About this text, we mentioned the possibility of such text lead the student to a better understanding of the essential notions about energy, through the contextualization of these historical, social, political, economical and environmental concepts.

Keywords: Energy; reading; historical texts; energy and environment.

Introdução

A importância do conceito de energia tem sido apontada por vários autores (Solbes & Tarín, 1998; Sevilla, 1986; Pérez-Landazábal *et al.*, 1995) como um elemento de ligação entre diferentes partes da física, destacando a importância desse conceito, tanto do ponto de vista científico, quanto tecnológico. Angotti (1991, p.115) afirma que energia é a “*grandeza que pode e deve, mais do que qualquer outra, balizar as tendências de ensino que priorizam hoje as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade*”.

O referido conceito é apontado como “*um dos mais potentes, frutíferos e unificadores da física clássica*”, julgando “*evidente a necessidade de introduzi-lo desde os primeiros anos de ensino secundário obrigatório*” Solbes & Tarín (1998, p.387). Para Auth & Angotti (2001), a categoria unificadora do conceito de energia reúne potencial para articular “*tópicos de uma área intradisciplinar*”, bem como favorece que sejam estabelecidas “*relações com temas de outras áreas, em nível interdisciplinar*” (p.204).

Solbes & Tarín (1998, p.387) detectaram as principais dificuldades relacionadas ao aprendizado do conceito de energia, das quais pode-se citar: a energia é associada ao movimento, à atividade ou aos processos (causa ou produto de um processo); a energia pode ser gasta ou armazenada; não há distinção entre formas e fontes de energia; não há compreensão da

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Bauru, São Paulo, Brasil – e-mail: alicefer@uol.com.br

² Professora Assistente Doutora, Departamento de Física e Química, Faculdade de Engenharia, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Guaratinguetá, São Paulo, Brasil – e-mail: opbt@feg.unesp.br

transformação, conservação e degradação da energia, características imprescindíveis para o entendimento do princípio da conservação da energia.

Segundo Feynman, Leighton & Sands (1977), a conservação é a característica mais relevante da energia, afirmando que não se sabe o que é energia, mas afirma-se que *“existe uma certa quantidade, que chamamos de energia, que não muda nas várias transformações pelas quais passa a natureza”* (p. 4-1).

Para Solomon (1985), o primeiro passo para a compreensão da idéia da conservação da energia vem da percepção de energia como uma *“quantidade contínua e mensurável”* (p. 166). Corroborando com essa linha de pensamento, Carvalho & Lima (1998, p.186), afirmam que: *“todos os aspectos da experiência humana, sejam eles relativos àquilo que observamos no mundo exterior, ou sejam relativos àquilo que fazemos ou sofremos tudo isso pode ser descrito adequadamente em termos de transferência de energia de um local a outro, ou como uma transformação de energia de uma forma a outra. Essa transformação de energia de uma forma a outra, somada à constância ou conservação da quantidade de energia que se tinha inicialmente representam, justamente, a essência do conceito de energia”*.

Por outro lado, o princípio da conservação da energia é introduzido no ensino de um modo vago, sem levar em conta as dificuldades dos alunos e sem mostrar que é um princípio de toda a física. Assim, os estudantes continuam utilizando suas noções iniciais, sem compreender a conservação, transformação e transferência da energia (Solbes e Tarín, 1998).

Segundo Angotti (1991, p. 140), é o conceito de energia que *“sinaliza para o mais sofisticado princípio da termodinâmica, o do crescimento da entropia, princípio atualmente considerado como grande inspirador para os avanços da pesquisa em Ciência e Tecnologia”*

Em virtude da complexidade e abrangência do conceito de energia, verifica-se uma série de interpretações com relação a esse conceito, principalmente, no que se refere à concepção do senso comum. Assim, a seguir, procuramos abordar alguns aspectos relacionados a essas concepções e que podem interferir e originar dificuldades durante o processo de ensino e aprendizagem.

A concepção de energia do senso comum e o ensino e a aprendizagem

Várias pesquisas foram realizadas com o objetivo de levar o aluno à compreensão das noções fundamentais de energia a partir de suas concepções iniciais, dentre os quais, citamos os seguintes: (Trumper, 1991 e 1993); (Higa, 1988), (Henrique, 1996), (Pérez-Landazábal *et al.*, 1995), (Solomon, 1985), (Bliss & Ogborn, 1985), (Department of Maths and Science Education, 1994). Esses trabalhos chegaram a resultados similares com relação às concepções de energia do senso comum, tais como, energia: como causa ou produto de um processo; associada à atividades humanas (antropocêntrica); associada ao movimento; como sinônimo de força ou fonte de força.

Souza Filho (1987) ao realizar uma pesquisa voltada para a *“construção de um texto sobre a evolução do conceito de energia”*, orientou-se em suposições sobre *“tudo o que a palavra energia poderia sugerir a uma pessoa de instrução média”*, ou seja, um aluno de ensino médio e básico universitário baseado em sua experiência, enquanto aluno e professor de física, bem como em várias bibliografias que retratam as idéias intuitivas de energia destes alunos. Algumas características encontradas pelo autor com relação à energia:

- é “algo” que está em todos os fenômenos que ocorrem na natureza e com o homem;
- está ligada a movimento de objetos (energia cinética);

- é “algo” em potencial nos objetos (energia potencial);
 - é como uma substância
 - é algo que se perde e se adquire;
 - pode se apresentar como energia gravitacional, elétrica, magnética, luminoso, sonora, eólica, nuclear, térmica, química, etc.
- O quadro a seguir sintetiza as características encontradas nessas pesquisas.

Quadro 1: concepções de energia do senso comum

Autor	Nível ou Idade	Características do conceito de energia
TRUMPER (1991)	Médio	<p>Energia como causa para que ocorra um processo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eletricidade precisa de energia para realizar trabalho; - energia produz eletricidade; - energia elétrica produz luz; - energia aquece a água; - energia produz calor e fogo; - calor é uma forma de energia que pode ser utilizada para criar novos processos (inflar um balão); - energia faz as coisas trabalharem; - energia faz as coisas se moverem; <p>Energia como produto de um processo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eletricidade produz energia; - estação de energia produz energia elétrica; - estação de energia produz energia de muitas maneiras diferentes; - radiador produz energia também na forma de calor; - óleo consome oxigênio e produz energia na forma de calor; <p>Transformação de energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - energia se transforma em outro tipo de energia; - energia elétrica é transformada em calor, que aquece o filamento da lâmpada e a luz acende; - na queda da água tem-se energia potencial gravitacional, que produz energia elétrica para a obtenção do calor e da energia luminosa.
TRUMPER (1993)	5ª série 5ª e 6ª séries	<p>Energia associada principalmente a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - atividades humanas e esforço (antropocêntrica); - força. <p>Energia definida como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - causa de um processo;

	<p>6ª série</p> <p>7ª e 8ª séries</p> <p>9ª série</p>	<ul style="list-style-type: none"> - produto de um processo; - um elemento antropocêntrico; - armazenada dentro dos objetos (depósito). <p>Energia associada à:</p> <ul style="list-style-type: none"> - força e eletricidade. <p>Energia associada à:</p> <ul style="list-style-type: none"> - causa de um processo; - força e eletricidade. <p>Energia associada ao:</p> <ul style="list-style-type: none"> - produto de um processo; - força e eletricidade.
<p>HIGA (1988)</p>	<p>Médio</p>	<p>Energia como propriedade da matéria:</p> <ul style="list-style-type: none"> - permite a materialização da ação; - energia é a capacidade de produzir trabalho através da força. <p>Calor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sinônimo de aquecimento e quente; - associação entre calor e energia; - calor sinônimo de temperatura; - responsável pela realização de trabalho, gerando movimento. <p>Energia</p> <ul style="list-style-type: none"> - sinônimo de força; - sinônimo de potência; - sinônimo de trabalho; - ligada ao movimento; <p>Transformação de energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - energia cinética energia mecânica energia elétrica realiza alguma forma de trabalho; - energia elétrica energia térmica.
<p>HENRIQUE (1996)</p>	<p>14 a 18 anos</p>	<p>Energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - associada ao homem; - agente causal; - produto de um processo; - associada ao movimento: energia identificada com a própria ação; - associada à tecnologia: energia elétrica e calor; - energia é materializada: armazenada em determinados corpos e transferida em certos processos.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO

		<p>Conservação da energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a concepção de energia como algo que se conserva, possui natureza mais figurativa do que quantitativa, associada à idéia de uma entidade quase material; - concepção de energia como algo que não se conserva: <i>produzir energia/consumir energia</i>.
SOUZA FILHO (1987)	Médio e básico universitário	<p>Energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - é "algo" que está em todos os fenômenos que ocorrem na natureza e com o homem - está ligada ao movimento de objetos (energia cinética); - é "algo" em potencial nos objetos (energia potencial); - é como uma substância; - é "algo" que se perde ou se adquire; - pode se apresentar como: energia gravitacional, elétrica, magnética, luminosa, sonora, eólica, nuclear, térmica, química, etc.
PÉREZ <i>et al</i> (1995)	15-16 anos	<p>Energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - associada à força; - associada ao conceito de trabalho; - associada ao movimento; - como ingrediente ou depósito; - é funcional; - associada ao homem (antropomórfica).
DEPARTMENT OF MATHS AND SCIENCE EDUCATION (1994)	não consta	<p>Energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - associada ao que tem vida, esporte, alimentação; - associada ao movimento; - sinônimo de força; - uma espécie de combustível; - faz as coisas acontecerem (fator causal); - capacidade de realizar trabalho. <p>Conservação da energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - energia é "gasta" quando alguma coisa acontece: ocorre um choque de significados entre as afirmações de que a energia está se esgotando no dia a dia e o primeiro princípio da termodinâmica.
SOLOMON (1985)	14 anos	<p>Energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - como fonte de força ou de poder; - ligada à atividade humana (antropocentrismo).

		Conservação da energia: - não apresentam esta noção, pois "a energia pode surgir de repente de algo que não tinha energia."
BLISS e OGBORN (1985)	13 anos	Energia associada: - a alguma manifestação de atividade; - à vida e ao movimento: "a estátua não precisa de energia porque é feita de substâncias não vivas e não está se mexendo."

Ao realizar um estudo sobre o pensamento físico e o pensamento do senso comum envolvendo a energia, Henrique (1996) afirma que é "...interessante constatar que essa característica do pensamento do senso comum parece guardar uma relação com a história dos conceitos de força e energia" (p. 52), e que em relação ao conceito de conservação de energia do senso comum, "... também, encontramos um paralelo com concepções da história da Ciência, já que constatamos uma busca por invariantes na natureza; a concepção de entidades indestrutíveis ou inatingíveis pelo homem" (p. 53).

Diante da complexidade envolvendo o conceito de energia, encontramos algumas orientações em diversas pesquisas para se utilizar o contexto histórico, que possibilitaria a abertura de uma compreensão mais globalizada, ao mesmo tempo em que viabilizaria o entendimento conceitual relacionado à física clássica (Solbes & Tarín, 1998). A utilização de textos históricos possibilita perceber que as teorias científicas estão em constante mudança, proporcionando uma visão mais ampla e clara do processo de evolução dos conceitos, permitindo até a percepção de pontos similares entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico no decorrer da história, deixando de encarar as teorias científicas como dogmas, ou seja, como verdades absolutas, imutáveis e inquestionáveis.

Na prática educativa, ao desconsiderar o processo histórico evolutivo sobre o conceito de energia, partindo rapidamente à formalização matemática de cada tipo de energia, que constitui o produto final desse processo, corre-se o risco de o conhecimento ser transmitido de forma fragmentada, o que dificulta para o aluno a viabilidade de articular as várias formas de energia, e compreender sua conservação e transformação. Segundo Henrique (1996), "nas abordagens tradicionais, este conceito é tratado como se tivesse existência independente da conservação" (p. 12) e que a abordagem histórica torna possível a compreensão da natureza desse conceito, pois:

"O conceito de energia emergiu na ciência para dar conta de "algo" que ao se transformar se conserva. A compreensão da transformação foi fundamental para o estabelecimento da conservação da energia e, portanto, para a emergência do conceito" (p. 29).

Dessa forma acredita-se que, partindo-se de uma abordagem histórica, seja possível levar o aluno a vislumbrar a natureza do conceito de energia, possibilitando realizar uma compreensão que esteja relacionada ao contexto da transformação e conservação da energia.

Um outro recurso que poderia propiciar elementos para uma discussão do conceito de energia seria por intermédio da utilização de textos alternativos que discutiremos detalhadamente na próxima seção.

A leitura como veículo promotor da aprendizagem: análise de um texto paradidático que relaciona energia e meio ambiente:

Acredita-se que a possibilidade da utilização de textos alternativos com abordagens que relacionem energia com o cotidiano do aluno resulte numa "interessante abordagem

interdisciplinar”, uma vez que “a incorporação de problemas como o da energia oferece a possibilidade de relacionar a escola com a problemática cotidiana da sociedade em que vive o aluno” (Sevilla, 1986, p. 251).

A criação do hábito de leitura nas escolas é fundamental, tanto para um aprimoramento das atividades pedagógicas utilizadas pelo professor, como para a formação do aluno, motivando-o a refletir, criar, imaginar e entender melhor os conceitos científicos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) apontam para a necessidade de organizar o ensino de Física de modo a contribuir para a formação “de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação” (p. 22). Para tal se faz necessária a contextualização dos conhecimentos físicos, a fim de permear a “compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional” (p. 22). Desse modo, as “Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos” (Brasil, 2002, p.59). A leitura de textos paradidáticos pode viabilizar a contextualização, bem como a articulação entre as disciplinas, promovendo a interdisciplinaridade.

A interação professor-aluno corresponde a outro fator importante a ser considerado na leitura, pois o papel mediador do professor na relação do aluno com o texto é imprescindível. Segundo Silva (1997), esta interação é “marcada por expectativas mútuas e recíprocas determinadas por um jogo de representações entre os sujeitos”, afinal, “é o professor que coloca um texto para ser lido, é a relação professor-aluno que estabelecerá critérios para a leitura deste texto, e é em primeira instância a leitura do professor que será interposta entre o texto e o aluno”. (p. 22)

Almeida e Mozena (1998) afirmam que a utilização de textos, além de tornar as aulas mais interessantes e com uma maior participação do aluno, melhora a “relação dialógica entre professor e aluno” (p. 256). Essa experiência pode levar o professor ao conhecimento das diferenças individuais entre os estudantes, ao constatar que suas interpretações ou atribuições de significados não são uniformes. Em geral, o professor tem a concepção que, ao explicar um determinado assunto, todos os estudantes vão interpretá-lo da mesma maneira, porém, na realidade, cada aluno atribui significados de acordo com a sua história de vida (Silva, 1997).

A utilização de textos alternativos dá margem a grandes discussões, permitindo ao aluno: interpretar fenômenos físicos; deixar de encarar a Física de forma fragmentada; relacionar ciência/tecnologia/sociedade; criar o hábito de leitura; “uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada” (Brasil, 2000, p. 23) e, com isso, refletir criticamente sobre os problemas científicos, sociais, tecnológicos e ambientais; e aumentar os seus horizontes culturais, na medida em que, ao utilizarmos textos, por exemplo, com fundo histórico ou com trechos de fontes primárias promovemos o contato dos alunos com o autor, seus paradigmas e os da sua época, suas inquietações e o seu estilo.

Mediante a importância do conceito de energia, Benjamin (2000 e 2001) realizou uma pesquisa com alunos da primeira série do Ensino Médio, utilizando o livro paradidático “Energia e Meio Ambiente” (Branco, 1990), com o objetivo de avaliar se a leitura do mesmo pôde contribuir para a compreensão dos aspectos que envolvem a transformação e conservação de energia, bem como para a conscientização dos problemas ambientais relacionados à energia. Os resultados dessa pesquisa demonstraram a compreensão e evolução das noções de energia consideradas, por parte dos alunos, bem como da reflexão crítica relativa aos problemas ambientais relacionados à energia.

A escolha desse livro deu-se porque o mesmo apresenta uma importante característica, apontada por Salém & Kawamura (1996, p. 592), que trata da *“diversificação de abordagens”*, enfatizando a articulação entre os aspectos históricos, científicos, tecnológicos, sociais, ambientais, econômicos e políticos, viabilizando alguns tipos de aprendizado dentre os quais: *“mais conceitual/qualitativo que formal/quantitativo; com sentido / relação com a “vida real”; questões atuais, científica/física contemporânea; estimula a curiosidade, a observação; leva ao questionamento, à reflexão; propicia leitura; situa, localiza e cria oportunidade para o estudante ver “respondidas” questões que não têm espaço na escola”* (p. 594).

A elaboração da análise do livro em questão foi fundamentada nos objetivos estabelecidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais, para o ensino de ciências naturais (Brasil, 1997), bem como nos critérios que regem a avaliação dos livros didáticos, elaboradas pelo Ministério da Educação e do Desporto – MEC (Brasil, 1998), no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Embora o referido livro seja paradidático, ele atende alguns desses critérios, tanto no nível eliminatório, como no nível classificatório, uma vez que: tem uma abordagem conceitual correta; apresenta uma linguagem gramaticalmente correta; utiliza vocabulário atualizado e adequado; apresenta vocabulário específico claramente explicado no texto; não estabelece analogias que poderiam levar os alunos a confusões entre o significado literal e metafórico; é claro e objetivo, estimulando a leitura e a exploração crítica dos assuntos; os conteúdos relevantes acham-se ligados aos contextos sociais, políticos, econômicos, científicos e ambientais; e, os temas propostos em cada capítulo são articulados, não apresentando conteúdos fragmentados.

Dos objetivos propostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997, p. 39-40), para o ensino de Ciências Naturais, o livro *Energia e Meio Ambiente* fornece subsídios para que os alunos: compreendam a natureza como um todo dinâmico sendo o homem parte integrante e agente de transformações do mundo em que vive; identifiquem relações entre os conhecimentos científicos, a produção de tecnologia e as condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica; formulem questões, diagnostiquem e proponham soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar; saibam utilizar conceitos científicos básicos, associados à energia, matéria, transformação, equilíbrio e vida; e, compreendam a tecnologia como um meio para suprir necessidades humanas, distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao homem.

Considerando todos os referidos critérios e objetivos, o livro possui características que mostram a ciência integrada ao cotidiano, explicitando ainda o seu caráter cultural ao mostrá-la como atividade intelectual de criação humana, levando o aluno a percebê-la como elemento integrante de um contexto social, político, econômico e tecnológico do mundo atual. Os resultados da pesquisa realizada por Benjamin (2000) mostram que essa visão mais abrangente da ciência pode colaborar para o entendimento do ensino formal do conceito de Energia.

Esse texto tem uma estrutura não linear, uma vez que difere dos textos didáticos utilizados pelos professores, estabelecendo relações entre vários assuntos, articulando-os sempre com os aspectos fundamentais do conceito de energia, ou seja, sua transformação e conservação. Durante a leitura, essas características tornam-se explícitas ao leitor dentro de um contexto mais abrangente, relacionando à ciência, à tecnologia, e à sociedade. Nesse livro, é exaltada a importância da natureza nos mais variados aspectos, até no que diz respeito às fontes naturais de energia, tão pouco exploradas, como por exemplo, a energia solar.

A interdisciplinaridade é uma das características apresentadas pelo livro, por articular vários conteúdos de disciplinas da área de exatas, biológicas e humanas. Enfatiza idéias, conceitos e modelos, deixando de priorizar o formalismo matemático, tão valorizado nos textos

didáticos. Um problema comum na aplicação do formalismo matemático relativo ao conteúdo energia, é que, parece totalmente desprovido de significado, problema esse que pode ser amenizado com a leitura do texto, uma vez que o estudante passa a ter uma visão mais globalizada desse conceito.

Logo no início, Branco (1990) faz uma abordagem dentro de um contexto histórico do desenvolvimento tecnológico, levando o leitor à reflexão, ao imaginar uma cidade antiga, sem energia elétrica, conscientiza-o de muitos detalhes de fundamental importância e que sequer percebemos em nosso cotidiano, uma vez que estão altamente incorporados às nossas vidas. Neste contexto, é ressaltada a importância da energia, especialmente a elétrica, proporcionando ao leitor a oportunidade de refletir sobre a assustadora evolução tecnológica desde o início do século até agora.

Sabe-se que, no cotidiano, em muitas situações, o sujeito não tem o conhecimento para distinguir “fontes de energia” e “tipos de energia”, problema este que pode ser amenizado pela leitura do livro, no qual o conceito de fonte de energia é colocado por intermédio de sua busca pelo homem, explicitando dificuldades de ordem prática, como por exemplo, ao citar a energia potencial, refere-se à energia eólica, uma vez que essa não pode ser armazenada, além de não ter um curso constante. Comenta ainda os vários problemas ecológicos gerados em virtude dos sistemas hidrelétricos construídos sem um planejamento adequado, como a usina de Balbina, na Amazônia. Portanto, ao citar todas estas fontes de energia, o autor pretende conscientizar o leitor das vantagens, desvantagens e dificuldades na obtenção de cada uma. Em vários momentos, durante a leitura, o sujeito depara-se com o gravíssimo problema do perigo dos resíduos radioativos gerados em consequência da fissão nuclear.

A leitura desse livro viabiliza o entendimento da transformação de energia, que é importante para que o estudante possa articular todas as formas de energia, e com isso, perceber a sua conservação.

No senso comum, existem inúmeras concepções que se confrontam com os conceitos aceitos cientificamente e, em se tratando do conceito de energia, existem muitos termos utilizados inadequadamente. Esses termos são aplicados amplamente, até pelos próprios físicos em uma conversa informal. No livro analisado (Branco, 1990), aparecem, em muitos momentos, termos impróprios, como por exemplo: “*energia gravitacional*” (p. 20), ao invés de força gravitacional; “*energia química da molécula*” ou “*energia de atração entre os átomos*” (p. 21), no lugar de força de coesão ou atração entre os átomos; o calor é apresentado como uma forma de energia e não como energia em trânsito graças a um gradiente de temperatura. Também, as palavras “força” e “movimento”, foram utilizadas como sinônimos de energia. Esses detalhes, de forma alguma, tiram o mérito do autor, cuja formação é em Biologia.

Ao tratar da questão ambiental e energética, o autor leva o leitor a perceber os aspectos antagônicos gerados em virtude do desenvolvimento, uma vez que, com a Revolução Industrial, houve uma modificação nos processos produtivos e nas relações socioambientais, o que levou a uma intensificação do consumo de combustíveis de origem fóssil, que não são renováveis.

Esse problema pode levar o aluno a perceber a necessidade da busca por um modelo de desenvolvimento sustentável. Segundo Ferreira & Ferreira (1992, p. 28), a insustentabilidade da civilização contemporânea, a médio e longo prazos, ocorre devido a quatro fatores principais: crescimento populacional exponencial e concentração espacial da população, depleção do suporte de recursos naturais, sistemas produtivos que utilizam tecnologias poluentes e de baixa eficiência energética e, finalmente, um sistema de valores que propicia a expansão ilimitada do consumo material.

Esses fatores levam ao aumento da demanda energética, o que contribui significativamente para a utilização irracional dos recursos naturais, o que leva à inevitável devastação ambiental. Entretanto, estando consciente de que os recursos energéticos naturais do planeta são finitos, o homem pode buscar outras fontes alternativas de energia. Neste sentido, o livro *Energia e Meio Ambiente* também pode ser utilizado para a prática da educação ambiental, já que em seu conteúdo existe a conexão entre energia, desenvolvimento e meio ambiente.

Mediante as considerações traçadas a respeito do livro, consideramos que a sua leitura pode instrumentalizar o estudante para que ele possa interagir reflexiva e criticamente com o meio em que vive, adquirindo a responsabilidade social, de forma a contribuir ativamente para a preservação da natureza. Assim, amplia sua capacidade de desenvolver e vivenciar o conceito de cidadania.

Considerações finais

A relevância do conceito de energia é inquestionável como conceito unificador na física, importante tanto do ponto de vista conceitual, quanto do tecnológico.

Por outro lado, as considerações encontradas em diferentes pesquisas apontam que as noções fundamentais de energia não são triviais de serem tratadas no cotidiano escolar. Uma série de dificuldades relacionadas à aprendizagem do conceito de energia parece estar presente. Algumas concepções do senso comum corroboram neste sentido, dentre as quais: a energia associada ao movimento, à atividade ou aos processos; a não distinção entre formas e fontes de energia; a não compreensão da transformação, conservação, transferência.

Muitas vezes, o tratamento conceitual normalmente presente no Ensino de Física do Ensino Médio, define a energia como a capacidade de realizar trabalho. Portanto, restringindo-a ao campo da mecânica, na qual uma série de outros conceitos estão imbricados, dentre os quais, força, trabalho, movimento.

Considerando os aspectos traçados anteriormente, acreditamos na viabilidade da utilização de textos alternativos com o propósito de levar o aluno a construir o conceito de energia, bem como a cidadania. A leitura de textos alternativos também pode servir como um recurso mediador na articulação entre as várias disciplinas tanto no Ensino Médio como no Ensino Fundamental, resguardando-se os respectivos níveis de aprofundamento.

Mediante os referidos aspectos apresentamos algumas contribuições relacionadas à leitura como veículo promotor da aprendizagem:

- A leitura de textos alternativos na escola viabiliza a formação de um cidadão mais crítico, em condições de refletir e relacionar aspectos científicos, sociais, políticos, econômicos e históricos.
- Os textos alternativos podem ser aplicados por meio do trabalho em grupo, estimulando o diálogo entre os alunos, como também entre alunos e professor, sobre aspectos relacionados à conservação e transformação da energia, bem como sua relação com o meio ambiente.
- A utilização desses textos pode facilitar a compreensão das transformações de energia dentro de um contexto interdisciplinar, uma vez que estão presentes em todos os aspectos da experiência humana.
- Com relação ao livro “Energia e Meio Ambiente”, ao final da atividade de leitura, seria interessante que o professor juntamente com os alunos, buscassem a adequação dos termos que, por ventura, estejam inadequados cientificamente, e com isto, possivelmente, viabilizar para os estudantes um entendimento mais elaborado do conceito de energia.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, M. J. P. M. ; MOZENA, E. R. Leituras em Linguagem Comum no Ensino do Conhecimento de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM ENSINO DE FÍSICA, 6, Florianópolis, 1998, p. 254-56.
- ANGOTTI, J. A. P. *Fragments 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.
- BENJAMIN, A. A. ; TEIXEIRA, O. P. B. Análise do Uso de um Texto Paradidático sobre Energia e Meio Ambiente. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n.1, p. 74-82, 2001.
- BENJAMIN, A. A. *Análise do uso de um texto paradidático sobre energia e meio ambiente*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.
- BLISS, J.; OGBORN, J. Children's choices of uses of energy. *Eur. Journal of Science Education*, v.7, n.2, p. 195-203, 1985.
- BRANCO, S. M. *Energia e Meio Ambiente*. 6ª ed. São Paulo: Moderna, 1990. BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, Brasília: MEC/SEMT, 2000.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais / Secretaria de Educação Fundamental – Brasília*, v. 4, 1997, 136 p.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Guia de Livros Didáticos 5ª a 8ª Séries*, Plano Nacional do Livro Didático – 1999. Brasília, 1998.
- CARVALHO, A. M. P.; LIMA, M. C. B. O Falar, o escrever e o desenhar na construção de conceitos científicos. In: *Linguagens, Leituras e Ensino da Ciência*. Campinas: Mercado de Letras; Associação de Leitura do Brasil, p. 183-206, 1998.
- DEPARTMENT OF MATHS AND SCIENCE EDUCATION. Teaching and Learning o Energy. In: UNIVERSITY OF BOTSWANA IN-SERVICE FOR SCIENCE AND MATHS TEACHERS, 1994, Botswana. *Workshop for science teachers of senior senior secondary school*. University of Botswana (Botswana): Printed by Printing & Publishing Company Botswana Limited, 1994, p. 1-24.
- FERREIRA, LEILA C.; FERREIRA, LÚCIA C. *Limites ecossistêmicos: novos dilemas e desafios para o estado e para a sociedade*. In: *Dilemas Socioambientais e Desenvolvimento Sustentável*. Campinas: Editora da UNICAMP, p. 13-35, 1992.

- FEYNMAN, R., LEIGHTON, R. B. & SANDS, M. *The Feynman – Lectures on Physics*: v. 1, Califórnia: Addison – Wesley Publishing Company, 1977.
- FRANCO, M. C. Educação Ambiental: uma questão de ética. *Caderno CEDES*. São Paulo: Papirus, n. 29, p. 11-19, 1993.
- 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.
- 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.
- SALÉM, S.; KAWAMURA, R. O texto de divulgação e o texto didático: conhecimentos diferentes? In: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM ENSINO DE FÍSICA, 5, Águas de Lindóia. *Atas...* Águas de Lindóia, 1996, p. 588-598.
- SEVILLA, S. C. Reflexiones en torno al concepto de energía. Implicaciones curriculares. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 3, p. 247-252, 1986.
- SILVA, H. C. *Como, quando e o que se lê em aulas de Física no ensino médio: elementos para uma proposta de mudança*. Campinas. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.
- 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. 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.
- 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.
- TRUMPER, R. Children's energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education*, v. 15, n. 2, p. 139-148, 1993.

**Artigo recebido em junho de 2002 e
selecionado para publicação em maio de 2003.**