

## O CONCEITO DE ENERGIA: OS LIVROS DIDÁTICOS E AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

### THE CONCEPT OF ENERGY: THE DIDACTIC SCIENCE BOOKS AND ALTERNATIVE CONCEPTIONS

Vinicius Jacques<sup>1</sup>, José de Pinho Alves Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC, [vinicius@ced.ufsc.br](mailto:vinicius@ced.ufsc.br)

<sup>2</sup>Departamento de Física – UFSC, [jopinho@fsc.ufsc.br](mailto:jopinho@fsc.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 abstrato 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 a análise da abordagem acerca do conceito de energia em seis livros didáticos de Ciências da última série do Ensino Fundamental (EF). A análise foi realizada a partir dos pressupostos da análise de conteúdos sugerida por Bardin (1977), objetivando avaliar o tratamento dado à noção de energia pelos livros didáticos e se estes levam em conta em seu discurso didático explicativo as concepções alternativas dos alunos. Avaliamos ainda os trechos dos livros com a denominação energia e seus correlatos, como o calor, o que nos permitiu inferir que o discurso dos livros didáticos remete principalmente à substancialização da energia.

**Palavras-chave:** energia no EF; livros didáticos de Ciências; concepções alternativas.

#### Abstract

The concept of energy is of extreme importance to the learning of science and its unifying character makes it powerful and fruitful for delimiting, uniting and inter-relating different contents of Sciences. It is a very abstract concept, and according to researches on several alternative designs, is often comprised of reductionist way, tied to a single or few phenomena. The textbook even being if the target of government programs that assess, select and distribute volumes to schools, still has shortcomings and limitations, and approaches short of the discussions held in the communities of research in Science teaching, as the case the existence and importance of alternative conceptions of students. Thus, this paper shows the analysis of the approach on the concept of energy in six textbooks of Sciences of the last grade of elementary school. The analysis was performed from the assumptions of the analysis of contents suggested by Bardin (1977), to evaluate the treatment

given to the concept of energy for textbooks and whether they take into account in its didactic explanatory speech.

**Keywords:** energy in elementary school; didactic books of Sciences; alternative conceptions.

## Introdução

Os livros didáticos constituem-se numa das principais fontes para compreensão de conceitos pelos alunos dos Ensinos Fundamental e Médio. Professores de escolas públicas e particulares do Brasil utilizam-nos como principal instrumento norteador, quando não o único, na preparação de suas aulas. Como Angotti (1991), entendemos que: “[...] livros didáticos atingem ampla escala; acabam por forçar e enquadrar o trabalho da imensa maioria dos professores no país. Livros didáticos são poderosos.” (ANGOTTI, 1991, p.81).

Desde 1938, com a criação da Legislação do Livro Didático, pelo Decreto-Lei 1006, programas que consomem extraordinárias<sup>1</sup> verbas públicas foram implementados, objetivando uma melhor qualidade das obras didáticas, assim como sua distribuição gratuita aos alunos de escolas públicas do país. Mesmo com tal relevância para o ensino, muitas pesquisas acadêmicas, como Fracalanza (1993), Amaral & Megid Neto (1997), Neto & Fracalanza (2003), 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 EF 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 & FRACALANZA, 2003).

Deste modo, é importante realizar novas análises dos conteúdos dos livros didáticos a fim de minimizar deficiências no ensino e na aprendizagem de conceitos que estarão presentes durante a vida escolar dos estudantes. 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 acadêmicas à prática escolar.

Um dos conceitos amplos, abordado em diferentes disciplinas dos Ensinos Fundamental e Médio e utilizado cotidianamente pelos estudantes, é o de energia. 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.

O conceito de energia tem sido apontado por vários autores (Sevilla Segura, 1986; Pérez-Landazábel et al., 1995) como um elemento de ligação entre as diferentes partes da Física. 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 & Angotti (2001, p. 204) salientam que a categoria unificadora deste conceito

---

<sup>1</sup> Entre 1994 e 2005, o PNLD adquiriu, para utilização nos anos letivos de 1995 a 2006, um total de 1,077 bilhão de unidades de livros, investindo neste período R\$ 34,2 bilhões.

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 para a necessidade dos alunos construírem desde cedo os primeiros significados sobre esse conceito, preparando-se para abordagens posteriores. Na mesma direção, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) 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 EF deve ser a de saber utilizar conceitos científicos associados à energia.

Contudo, por ser abstrato e muito abrangente, o conceito de energia é de difícil compreensão e fica muitas vezes a mercê de interpretações causais, o que contribui para o fortalecimento do senso comum e de concepções equivocadas. Os PCN, em consonância com as principais tendências das pesquisas em ensino de Ciências, alertam para as explicações intuitivas ou de senso comum acerca da natureza e advertem que elas interferem no aprendizado de conceitos científicos, como o de energia. Para os professores, as recomendações são que incentivem seus alunos a buscar os significados pessoais que dão aos objetos de estudo e, por meio da problematização, promovam a evolução conceitual (BRASIL, 1998). A valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes consta também como um dos critérios de avaliação das obras submetidas ao PNLD: “Demonstra preocupação com significados do senso comum na construção de conceitos científicos?” (Guia de Livros Didáticos - PNLD, 2008, p.101).

Inúmeros foram os estudos realizados referentes às concepções dos estudantes sobre energia e seus derivados, sinalizando dificuldades relacionadas ao aprendizado deste conceito e apontando novas diretrizes e estratégias para um processo de ensino-aprendizagem mais eficiente.

Os estudos realizados com o foco no conteúdo das idéias dos estudantes, a partir da década de 70 do século passado, revelaram que elas são pessoais, fortemente influenciadas pelo contexto do problema e bastantes resistentes a mudanças. Os resultados dessas pesquisas fortaleceram uma visão construtivista do ensino-aprendizagem e, apesar das diferentes perspectivas dessa corrente, duas características são compartilhadas: a aprendizagem se dá pelo ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento e as idéias prévias dos estudantes têm papel imprescindível no processo de aprendizagem.

Estes trabalhos, evidenciando as concepções alternativas dos alunos frente aos conceitos científicos, nortearam a pesquisa em educação em Ciências durante muitos anos e provocaram o surgimento de novos modelos de ensino e aprendizagem. O movimento das concepções alternativas, assim denominado, propiciou estratégias de ensino fundamentadas na mudança conceitual. Identificar as idéias prévias dos alunos e transformá-las em conceitos científicos tornou-se sinônimo de aprender Ciências nas últimas três décadas.

Muitas pesquisas (SOLOMON, 1983; MORTIMER 1994; entre outros), evidenciaram o fracasso das tentativas que visavam promover a mudança conceitual. A noção de perfil conceitual, proposta por Mortimer (1994), surge como modelo alternativo para entender as concepções dos estudantes. Este modelo permite entender a evolução das idéias dos estudantes não como substituição para

idéias científicas, mas como evolução de um perfil de concepções. Com essa noção é possível conviver idéias dos estudantes com o saber escolar e o saber científico, partindo da premissa que uma pessoa possa ter diferentes formas de pensar em diferentes domínios. Como Mortimer, acreditamos que a noção de perfil conceitual é uma boa forma para compreender a evolução do entendimento do conceito de energia pelos estudantes.

Frente aos resultados das inúmeras pesquisas em concepções alternativas dos alunos sobre o conceito de energia e seus correlatos, associados à importância e necessidade desses serem contemplados pelos atuais livros didáticos de Ciências, questionamos: Indicativos apontados nas pesquisas em ensino de Ciências sobre as concepções alternativas dos estudantes referentes ao conceito de energia estão contemplados nos livros didáticos de Ciências do 9º ano do EF?

Temos como objetivo geral deste trabalho investigar se os livros de Ciências do 9º ano levam em conta em seu discurso didático explicativo o entendimento intuitivo dos alunos no ensino de conceitos associados à energia nesta série do EF. Para tal, analisamos comparativamente, para a série em questão, uma das atuais coleções didáticas de Ciências sugeridas pelo MEC com as edições anteriores de mesmo autor desde os anos de 1985.

### **A energia e o ensino de Ciências**

Entre os diversos conceitos estudados nos currículos de Ciências do EF, o conceito de energia é um dos mais abstratos e encontra-se relacionado com outros conceitos também abstratos e com uma diversidade de significados. “Sua definição por redução a outros termos mais simples não é fácil, já que está relacionada com conceitos igualmente conflitivos e abstratos” (SEVILLA SEGURA, 1986, p.249, tradução nossa). Porém, a dificuldade de se definir energia não limita sua validade.

Souza Filho (1987) alerta para a problemática acerca do ensino de energia. O autor salienta que, apesar de seu caráter abstrato, o conceito abrange praticamente todos os tipos 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 uma 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 salientado 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 que tem no meio científico.

Compartilhamos das idéias de Sevilla Segura (1986), que 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 nos esquemas conceituais que os alunos formam. Fato que deve ser, imprescindivelmente, considerado nas aulas de Ciências.

### ***O que dizem as pesquisas em concepções alternativas***

Inúmeros foram os estudos<sup>2</sup> realizados referentes às concepções dos estudantes sobre energia e seus correlatos. A literatura sobre o tema é vasta e tende a apresentar principalmente regularidades que caracterizam o conhecimento do senso comum, explicitando categorias das concepções alternativas. Os resultados provenientes destas pesquisas são parecidos, independentemente delas terem sido realizadas em diferentes países e culturas. Há ainda uma grande semelhança entre as concepções dos estudantes e aquelas apresentadas por adultos que já passaram pelo processo formal de ensino (HENRIQUE, 1996).

Alguns pesquisadores (Watts, 1983; Driver et al., 1994, entre outros), a partir da análise dos estudos em concepções alternativas, procuraram caracterizá-las em modelos de energia. Watts (1983) organiza os conceitos de energia dos estudantes em termos de idéias centrais ou modelos. O pesquisador propôs uma classificação das respostas em sete esquemas conceituais, são eles:

**Antropocêntrica** – energia associada com seres humanos ou onde objetos são vistos como se possuíssem atributos humanos.

**Reservatório (depósito)** – energia como depósito que será origem de atividades. Alguns objetos possuem energia e são recarregáveis, enquanto outros precisam de energia e gastam o que obtêm.

**Substância (ingrediente)** – algo que não está armazenado em um sistema, sendo que aparece da interação com ele. A energia é um ingrediente “adormecido” dentro dos objetos, que são ativados por um dispositivo de disparo.

**Atividade** – energia como uma atividade óbvia, no sentido de que havendo atividade, há energia. Por exemplo, o movimento é energia.

**Produto** – energia é um subproduto de um estado ou de um sistema.

**Funcional (combustível)** – energia vista como uma idéia muito geral de combustível associada a aplicações tecnológicas que visam proporcionar conforto para o homem.

**Fluido** – A energia é um fluido, que se transfere de um sistema a outro.

Driver et. al. (1994), fundamentados em seus estudos e em outras investigações, reduzem o conjunto das categorias propostas por Watts (1983) e Gilbert & Pope (1986). As várias conceitualizações de energia são então vistas como:

- a) Associada somente com objetos animados;
- b) Um agente causal armazenado em certos objetos;
- c) Vinculado à força e movimento;
- d) Combustível;
- e) Um fluido, ingrediente ou produto.

Outro ponto identificado nas pesquisas, independente das categorias propostas, e também citado por Driver et al. (1994), é que a conservação da energia não é vista como necessária pelos estudantes. Duit (1981, apud DRIVER et al., 1994) comenta que mesmo fazendo previsões muitas vezes acertadas, os estudantes não utilizam a noção de transferência de energia como justificativa de

---

<sup>2</sup> Por exemplo: Duit (1981, 1984, 1987), Watts (1983), Watts & Gilbert (1985), Sdomon (1983, 1985), Bliss & Ogborn (1985), Gilbert & Pope (1986), Souza Filho (1987), Higa (1988), Trumper (1991, 1993 e 1997), Driver (1994), Pérez-Landazábal et al. (1995), Duit & Haeussler (1995), Silva (1995), Henrique (1996), Mortimer & Amaral (1998), Ioannidis & Spiliotopoulou (1999), entre outros.

suas previsões. Driver & Warrington (1985, apud BARBOSA & BORGES, 2006, p. 195) afirmam que “os estudantes preferem recorrer a seus conhecimentos cotidianos para explicar vários sistemas simples a utilizarem explicações baseadas em conhecimentos adquiridos na escola”. Black & Solomon (1985, apud BARBOSA & BORGES, 2006) apontam que, mesmo alguns estudantes que reconhecem o princípio de conservação da energia, pensam que a energia pode ser consumida ou até mesmo desaparecer. Aproximadamente 15% das crianças pesquisadas utilizam idéias de transformação e dissipação da energia e 30% reconhecem que a energia pode mudar sua forma de manifestação. Outro estudo, de Gayford (1986, apud BARBOSA & BORGES, 2006), mostrou que a maioria das crianças (79%) não considera que processos biológicos, como a respiração, envolvam conservação de energia. Normalmente, neste contexto, eles imaginam que a energia é criada e utilizada em reações subsequentes.

A partir dos estudos referentes às concepções alternativas acerca da noção de energia, torna-se possível identificar características estruturais importantes dos modelos mentais dos estudantes, como:

[...] a energia é substancializada, algo concreto que se pode transferir de um corpo a outro; é utilizada com sentido diversificado, tendo um significado específico para cada tópico estudado, e dependendo da situação ou problema, a energia poderia ser criada ou destruída [...]. (Barbosa & Borges, 2006, p.9).

As pesquisas citadas e as estruturas propostas por Watts (1983), também presentes de forma sintetizada no trabalho de Driver et al. (1994), sugerem uma tendência dos estudantes de diferentes níveis de ensino em substancializar a noção de energia. As características mais evidentes para a noção de energia percebidas pelos estudantes, como ser armazenada, fluir de um sistema a outro e provocar mudanças, têm caráter de substância. Henrique (1996) aponta que a própria linguagem utilizada pelos alunos, como gastar, produzir e consumir energia, por exemplo, denuncia para uma concepção de energia como algo que possui uma existência quase material. Também alerta que esta característica do pensamento do senso comum, em que este conceito é vislumbrado como um agente causal, associado ao caráter real e quase material atribuído a essa entidade, representa obstáculo à aprendizagem. Estamos convencidos ainda, assim como Barbosa & Borges (2006), que as categorias propostas são indicadores das idéias que os alunos têm ao término do EF.

### **Aspectos metodológicos**

Com o intuito de atender ao objetivo proposto neste trabalho, vimos na análise de conteúdo uma metodologia apropriada à investigação e análise dos livros didáticos. Nosso interesse ao fazermos uso desta metodologia não está na simples descrição da abordagem realizada pelos livros em relação à noção de energia e seus correlatos, mas como os dados provenientes da descrição dos conteúdos poderão contribuir, após serem tratados, na construção do conhecimento. Portanto, a análise de conteúdo enquanto técnica nos auxiliará a identificar a significação da noção de energia nos livros analisados.

### **A escolha do livro didático**

Para optarmos pelo livro didático a ser analisado, verificamos os “Guias de Livros Didáticos” de “5ª a 8ª séries”<sup>3</sup> (atuais 6º ao 9º anos) do EF, para os anos de 1999, 2002, 2005 e 2008, buscando contemplar o(s) autor(es) que foram recomendados com maior frequência e que preferencialmente tiveram livros didáticos de Ciências publicados desde o início dos anos 90.

No guia de livros didáticos para “5ª a 8ª séries” de 1999, as indicações eram realizadas respectivamente por séries, o que não garantiu a presença de um mesmo autor ou autores para as quatro últimas séries do EF. Nas recomendações posteriores, as indicações foram realizadas por coleções, sendo a escolhida utilizada pelas “5ª, 6ª, 7ª e 8ª séries”, obrigatoriamente.

Baseando-se em nosso critério para seleção da obra a ser analisada, percebemos que os livros didáticos dos autores Carlos Barros & Wilson Roberto Paulino são os únicos indicados para todas as séries no guia de 1999, aparecendo também nos guias de 2002, 2005 e 2008. Estes autores têm também livros didáticos de Ciências publicados anteriormente às recomendações oficiais. Vale destacar que os primeiros livros encontrados e submetidos à nossa análise são de autoria de Carlos Barros, mas no decorrer dos anos 90 do século passado e também anterior ao primeiro guia, as obras passaram a ser elaboradas em parceria com Wilson Paulino.

Outro fato importante sobre estes objetos de análise é referente à hegemonia na preferência destes autores. De um total de 9.204.413 livros de Ciências solicitados ao PNLD em 1999, a coleção Ciências destes autores teve 6.575.136 pedidos (71% do total)<sup>4</sup>.

### **Organizando o Material**

Tendo um universo demarcado, ou seja, os livros sobre os quais iremos efetuar nossa análise, fez-se necessário proceder à constituição de um *corpus*<sup>5</sup>, o que implicou em algumas escolhas e seleções. Para tal, procedemos conforme as regras<sup>6</sup> preconizadas por Bardin (1977). A seguir, apresentamos na tabela 1 a relação dos livros de 9ª série a serem analisados.

**Tabela 1:** Livros didáticos submetidos à análise.

<b>1985</b>	BARROS, C. Química e Física: 1ª grau. 16ª edição. São Paulo: Ática, 1985.
<b>1987</b>	BARROS, C. Química e Física: 1ª grau. 20ª edição. São Paulo: Ática, 1987.
<b>1993</b>	BARROS, C. Física e Química. 34ª edição. São Paulo: Ática, 1993.
<b>1997</b>	BARROS, C. & PAULINO, W. Física e Química. 43ª edição. São Paulo: Ática, 1997.
<b>2002</b>	BARROS, C. & PAULINO, W. Física e Química. 2ª edição. São Paulo: Ática, 2002.
<b>2006</b>	BARROS, C. & PAULINO, W. Física e Química. 59ª edição. São Paulo: Ática, 2006.

Com base nestes pressupostos, após a seleção dos livros a serem analisados, os mesmos foram lidos na íntegra e as passagens ao longo da

<sup>3</sup> Usaremos aspas sempre que nos referirmos à denominação antiga. A Lei 11.274, de 6 de fevereiro de 2006, institui o EF de nove anos de duração com a inclusão das crianças de seis anos de idade.

<sup>4</sup> Banco de dados do PNLD, consultado por Braga (2003).

<sup>5</sup> Segundo Bardin (1977, p.96), “corpus é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos”.

<sup>6</sup> Exaustividade, representatividade, homogeneidade e de pertinência. Ver BARDIN (1977, p. 97-98).

abordagem dos conteúdos e textos complementares propostos em que continham a denominação energia e seus correlatos foram transcritas. Definimos inicialmente nossa unidade de registro a partir da palavra energia e seus derivados, mas para a transcrição dos trechos a serem submetidos à análise executamos os recortes a nível semântico – o tema. Tornou-se necessário, em inúmeras situações, fazer referência ao contexto próximo das unidades a registrar. Ao localizar a palavra energia ao longo do livro didático, teve-se a óbvia necessidade de identificar o contexto em que essa noção estava inserida, na tentativa de nos aproximar do real sentido suscitado em sua leitura.

### ***As Categorias de Análise***

Dentre os critérios<sup>7</sup> propostos por Bardin (1977), adotamos o de classificação semântica, através de categorias temáticas, para realização de nossa classificação a partir das unidades de registro e posterior análise. A categorização realizada tem como objetivo: “[...] fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos”. Supomos, portanto, “[...] que a decomposição – reconstrução desempenha uma determinada função na indicação de correspondências entre as mensagens e a realidade subjacente.” (ibidem, p.119).

O processo de categorização realizado neste trabalho ocorreu a partir de categorias estabelecidas *a priori*, ou seja, fornecemos um sistema de categorias e repartimos nestas os elementos obtidos da transcrição dos trechos contendo a denominação energia e seus correlatos. O grupo de categorias foi estabelecido tendo como base os modelos de energia apresentados nos trabalhos de Watts (1983), também presentes em Driver et al. (1994). Três novas categorias foram inseridas, a de TRANSFORMAÇÃO (TRA), CONSERVAÇÃO (CON) e DEGRADAÇÃO (DEG). A inserção se justifica por estas categorias evidenciarem as principais características da noção científica do conceito de energia, associado ao fato de que, entre outros objetivos, os livros didáticos devem oportunizar a evolução conceitual, visando os modelos cientificamente aceitos. As categorias propostas foram as seguintes:

**ANTROPOCÊNTRICA (ANT)** – A energia aparece associada a coisas vivas, principalmente ao ser humano ou os objetos são vistos como se possuísem atributos humanos. A energia também é pensada como necessária para a manutenção da vida.

**ARMazenada (ARM)** – A energia é armazenada ou está contida em certos objetos. Os corpos possuem energia.

**CAUSAL (CAU)** – A energia é necessária para realizar “alguma coisa”, como provocar mudanças, transformações e/ou alterações nos corpos ou sistemas.

**ATIVIDADE (ATI)** – Energia associada a movimento, onde havendo movimento há energia. Somente os corpos que se movimentam têm energia associada a eles.

**FLUIDO (FLU)** – A energia pode se deslocar, fluir, ser transferida de um corpo/sistema para outro.

**PRODUTO (PRO)** – A energia é um produto de um estado ou sistema. A energia é gerada, produzida a partir de alguma interação.

**FUNCIONAL (FUN)** – A energia é vista como um combustível ou está associada a aplicações tecnológicas que visam proporcionar conforto ao homem.

---

<sup>7</sup> Semântico, sintático, léxico e expressivo. Ver BARDIN (1977, p. 117-118).



**TRANSFORMAÇÃO (TRA)** – A energia se transforma de uma forma a outra.

**CONSERVAÇÃO (CON)** – Há “algo” por trás das transformações que ao se transformar se conserva. A energia se transforma de uma forma a outra, mas se conserva nas totalizações das diferentes formas.

**DEGRADAÇÃO (DEG)** – A energia se degrada, porque o calor, uma de suas formas, é menos elástica ou reversível do que outras formas.

**NÃO SE APLICA (NSA)** – Nenhuma das categorias anteriores.

As categorias sugeridas não são excludentes entre si e apresentam superposições. Ou seja, há vários trechos de abordagem de energia nos livros didáticos que por possuírem sentidos mais amplos foram classificados em mais de um grupo do sistema categorial.

### O livro didático à luz das categorias de análise

Para a análise dos livros, foram identificados e transcritos os trechos que traziam as denominações energia e seus correlatos, como calor. Em seguida, estes trechos foram categorizados a partir do grupo de categorias estabelecidas anteriormente, com o objetivo de verificar como os livros didáticos analisados abordam a noção de energia. Na tabela 2, alguns exemplos de trechos transcritos e categorizados:

**Tabela 2:** Exemplos de trechos transcritos e categorizados.

	A N T	A R M	C A U	A T I	F L U	P R O	F U N	T R A	C O N	D E G	N S A
A bateria de um carro possui energia química que se transforma em energia mecânica e aciona o motor do carro. (BARROS, 1985, p.97).		X	X					X			
Os metais, de um modo geral, são bons condutores de eletricidade. Neles, essa energia flui facilmente. (BARROS, 1985, p.135).					X						
Os corpos em movimento possuem energia e, portanto, podem causar deformações. (BARROS & PAULINO, 1997, p.94).		X	X	X							
O joule, [...], é a unidade de medida de trabalho e de energia. (BARROS & PAULINO, 1997, p.105).											X
Tanto os materiais condutores quanto os semicondutores apresentam sempre alguma resistência à passagem dos elétrons. E isso certamente acarreta uma perda de energia transportada. (BARROS & PAULINO, 1997, p.149)					X					X	
A geladeira, o telefone, a televisão, o aparelho de som, o chuveiro elétrico, a energia elétrica que alimenta todos esses aparelhos, tudo isso aumenta o conforto dos nossos lares e faz com que olhemos o mundo de maneira diferente. (BARROS & PAULINO, 2002, p.61).							X				
A quantidade total de energia jamais pode ser alterada, pois ela não pode ser criada nem destruída, apenas passa de uma forma para outra. (BARROS & PAULINO, 2002, p.138).								X	X		
... sempre que uma corrente elétrica é estabelecida num circuito, ele aquece. (...) além do aquecimento por causa do atrito entre as engrenagens em movimento, boa parte do calor gerado se deve ao efeito Joule. (BARROS & PAULINO, 2002, p.228).						X				X	

Para manter nosso corpo aquecido ou simplesmente para sobreviver precisamos de energia. (BARROS & PAULINO, 2006, p.8-9).	X								
Os corpos que possuem energia cinética podem, também, causar deformações quando encontram algum obstáculo. (BARROS & PAULINO, 2006, p.94).		X	X						

Após a categorização, analisamos quantitativamente estas frases, indicando os índices percentuais em função do número de trechos agrupados para cada categoria. Por exemplo, para o livro de 2006, totalizamos 209 trechos transcritos, dos quais 67 foram identificados como pertencentes à categoria ARMAZENADA, o que corresponde a 32,1% do total. A tabela 3 mostra estes índices percentuais<sup>8</sup> e o número total de trechos transcritos.

**Tabela 3:** Índices percentuais das categorias por livro didático.

	1985	1987	1993	1997	2002	2006
<b>ARM</b>	25,9%	20,0%	37,6%	32,7%	32,8%	32,1%
<b>CAU</b>	19,4%	12,6%	25,6%	27,6%	18,9%	23,0%
<b>FLU</b>	14,8%	15,8%	9,8%	13,6%	11,9%	14,8%
<b>PRO</b>	21,3%	27,4%	12,8%	14,0%	12,3%	7,7%
<b>ANT</b>	4,6%	5,3%	5,3%	7,0%	11,6%	11,0%
<b>ATI</b>	13,9%	9,5%	18,0%	15,0%	14,6%	12,0%
<b>FUN</b>	1,9%	3,2%	5,3%	4,7%	5,3%	6,7%
<b>TRA</b>	11,1%	14,7%	9,8%	7,9%	8,9%	8,1%
<b>COM</b>	1,9%	1,1%	2,3%	2,3%	2,6%	1,4%
<b>DEG</b>	0,0%	0,0%	0,0%	1,4%	1,0%	0,0%
<b>NSA</b>	15,7%	15,8%	12,8%	19,6%	21,5%	20,6%
<b>N. de transcrições</b>	108	95	133	214	302	209

As categorias ARMAZENADA (ARM), CAUSAL (CAU), FLUIDO (FLU) e PRODUTO (PRO) pertencem a uma categoria mais ampla, que remete à substancialização da energia. Esta tendência em substancializar noções abstratas constitui num dos mais importantes obstáculos preconizados por Bachelard (1996) – o obstáculo substancialista. No entanto, podemos verificar que estas categorias estão entre as que apresentam maiores índices percentuais.

Entendemos que a substancialização da energia caracteriza uma primeira zona do perfil de concepções para este conceito – o realismo, que é basicamente o pensamento de senso comum. E o ensino de Ciências deve, entre outros fatores, promover uma evolução conceitual de noções como a energia, tal como preconiza Mortimer (1994) ao sugerir a noção de Perfil Conceitual. Para o conceito de energia, em concordância com Borges & Barbosa (2006), esperamos que os modelos desenvolvidos pelos alunos sejam construídos com base nos princípios da transformação, conservação e degradação da energia.

Ao analisar o livro didático, percebemos que as categorias que evidenciam a TRANSFORMAÇÃO (TRA), CONSERVAÇÃO (CON) e a DEGRADAÇÃO (DEG) da energia, características imprescindíveis para o entendimento do conceito e conseqüentemente do seu princípio da conservação, apresentam índices percentuais na maioria das vezes inferiores quando comparados aos das categorias

<sup>8</sup> Os índices percentuais são superiores a 100% devido à sobreposição de categorias, onde um mesmo trecho pôde ser classificado em mais de uma categoria, como exemplificado na tabela 2.

que remetem à substancialização da energia. Corroboramos com Feynman et al. (1977, apud ASSIS & TEIXEIRA, 2003, p.42), ao dizer que a conservação é a característica mais relevante da noção de energia, afirmando que não se sabe o que é energia, mas que: “existe uma certa quantidade, que chamamos de energia, que não muda nas várias transformações pelas quais passa a natureza”.

Henrique (1996, p.12), aponta que: “[...] nas abordagens tradicionais, este conceito é tratado como se tivesse existência independente da conservação [...]”, tal como o discurso didático explicativo predominante dos livros investigados. A pesquisadora alerta ainda que: “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” (ibidem, p. 29). O significado da noção de energia se estabelece, portanto, no âmbito da transformação/conservação.

Quanto à degradação da energia, Duit (1984, apud SEVILLA SEGURA, 1986) sugere que se dedique mais tempo a esta noção que a própria conservação. Pérez-Landazábal et al. (1995) salientam que o tratamento, ao mesmo nível, do princípio de conservação da energia e do conceito de degradação, evidencia uma compreensão mais coerente com a interpretação científica. No entanto, nos livros analisados a menção à degradação da energia é praticamente inexistente. Não há ao menos abordagens que evidenciem a noção de atrito, a questão da fricção, o fato de nem todo o calor poder ser reversivelmente, re-transformado em energia mecânica.

Os livros didáticos, mesmo devendo favorecer a construção das noções de transformação, conservação e degradação da energia, características fundamentais para a compreensão científica desde conceito, utilizam um discurso predominantemente substancialista. Discurso este que tende a reforçar as principais idéias que os alunos já possuem e os distanciam ainda mais da interpretação científica vigente. Por ser um recurso muito utilizado em sala de aula, os livros desempenham uma grande influência na compreensão de conceitos, mas podem, como no livro investigado, reforçar as concepções alternativas dos estudantes.

### Referências

AMARAL, I. A. do; 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**. 1991. 1 v. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O.P.B. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. **Ciências & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p.41-52, 2003.

AUTH, M.A.; ANGOTTI, J.A.P. O processo de ensino-aprendizagem com aporte do desenvolvimento histórico universal: a temática das combustões. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. Cap. 9, p. 197-232.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

- BANÃS, C.; MELLADO, V.; RUIZ, C. Los libros de texto y las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo de educación secundaria obligatoria. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v.21, n.3, p. 296-312, dez. 2004.
- BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. Ambiente de Aprendizagem para o Modelamento de energia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Atas**. Bauru: Abrapec, 2006. p. 1-14.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70 Lda, 1977.
- BORGES, A. T.; BARBOSA, J. P. V. Aspectos estruturais dos modelos iniciais de energia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Atas**. Bauru: Abrapec, 2006. p. 1-14.
- BRAGA, S.A.M. **O texto de biologia do livro didático de ciências**. 2003. 1 v. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. de 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. New York: Routledge, 1994.
- FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil**. 1993. 1 v. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- HENRIQUE, K. F. **O pensamento físico e o pensamento do senso comum: a energia no 2º grau**. 1996. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- MORTIMER, E.F. **Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais**. 1994. 1 v. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- NETO, J.M.; FRANCALANZA, H. O livro didático de ciências: Problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p.147-157, 2003.
- PÉREZ-LANDAZÁBAL, M.C. et al. La energía como núcleo en el diseño curricular de la física. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 13, n. 1, p.55-65, 1995.
- SEVILLA SEGURA, C. Reflexiones en torno al concepto de energía. Implicaciones curriculares. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 4, n. 3, p.247-252, 1986.
- SOLOMON, J. Learning about energy: how pupils think in two domains. **European Journal Of Science Education**, London, v. 5, n. 1, p.49-59, 1983.
- SOUZA FILHO, O. M. **Evolução da idéia de conservação da energia: um exemplo de história da ciência no ensino de física**. 1987. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.
- WATTS, D.M. Some alternative views of energy. **Physics Education**, Bristol, v. 18, n. 5, p.213-216, 1983.