

O CONCEITO DE ENERGIA NA OITAVA SÉRIE

THE CONCEPT OF ENERGY IN THE EIGHTH SERIES

Vinicius Jacques¹
José de Pinho Alves Filho²

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica - UFSC, vinicius@ced.ufsc.br

² Departamento de Física – UFSC, jopinho@fsc.ufsc.br

Resumo

Este trabalho apresenta a análise da abordagem acerca do conceito de Energia em seis livros didáticos de Ciências da oitava série do Ensino Fundamental. Para tal, fizemos uso dos principais resultados provenientes de pesquisas em concepções alternativas para o conceito de Energia e da noção de Perfil Conceitual preconizada por Mortimer (1994). A análise foi realizada a partir dos pressupostos da Análise de Conteúdos preconizada 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.

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

Abstract

The objective of the present work is to analyze the approach of Energy concept contained in six didactic science books, used in the last grade classes of Elementary School. For writing this paper, we took into account the main results originated from alternative conceptions researches about the concept of Energy, and also from Conceptual Profile notion praised by Mortimer (1994). We propose to start from the Analysis of Contents presuppositions, mentioned by Bardin (1977), to get into the evaluation of the treatment given to energy notion on these books, and if they consider pupils alternative conceptions in their speech.

Keywords: Energy; Didactic Book; Science Education.

INTRODUÇÃO

Os livros didáticos constituem-se numa das principais fontes para compreensão de conceitos e informações acessíveis aos alunos dos Ensinos Fundamental e Médio. Muitos professores de escolas públicas e particulares do Brasil utilizam-nos como instrumentos norteadores na preparação de aulas, confecção de conteúdos e elaboração de cronogramas a serem utilizados em sala de aula. Mesmo com tal relevância para o ensino, muitas pesquisas acadêmicas, como Preto (1985), Fracalanza (1993), Amaral & Megid Neto (1997), Pimentel (1998), 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 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 e FRACALANZA, 2003).

Deste modo, é importante a realização de novas análises críticas dos conteúdos dos livros didáticos a fim de minimizar deficiências no ensino e na aprendizagem de conceitos que estarão presentes durante toda a vida escolar dos estudantes. Portanto, faz-se necessário identificar quais os resultados das pesquisas em ensino de Ciência têm sido considerados nos livros didáticos recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Isto porque um dos maiores esforços dos pesquisadores em Ensino de Ciências é essa tentativa de aproximar os resultados provenientes das pesquisas à prática escolar.

Um desses 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 dezenas de anos para se desenvolver e se estabelecer, mas é um conceito que hoje, durante as aulas de Ciências, entra muitas vezes em conflito com o pensamento não-formal dos estudantes. Terrazzan (1985) aponta que o conceito de Energia, por não admitir uma definição precisa, traz consigo uma importância proporcional a sua dificuldade.

O conceito de Energia tem sido apontado por vários autores (SEVILLA, 1986; SOLBES & TARÍN, 1998; 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.

Porém, as dificuldades dos alunos para aprender o conceito de Energia, as inadequações em textos e livros didáticos e os desacordos entre os pesquisadores sobre a forma de abordagem desse conceito constituem um grande desafio para os professores em sua prática escolar. Por ser abstrato e muito abrangente, o conceito de Energia é de difícil compreensão, ficando muitas vezes a mercê de interpretações causais, que acabam contribuindo para o fortalecimento do senso comum e de concepções equivocadas. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) também alertam para as explicações intuitivas, de senso comum, acerca da natureza, advertindo que estas interferem no aprendizado de conceitos científicos, tal como o de Energia.

Os estudos realizados com o foco no conteúdo das idéias dos estudantes, a partir da década de 70 do século passado, revelaram que estas idéias 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 prévias¹ 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 (SCOTT, 1987; 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 (1995), surge como modelo alternativo para entender as concepções dos estudantes. Este modelo permite entender a evolução das idéias dos

¹ Neste artigo usaremos conhecimentos prévios, idéias prévias, idéias de senso comum, idéias científicas informais, concepções alternativas e concepções espontâneas com o mesmo significado.

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 a melhor forma para compreender a evolução do entendimento do conceito de Energia pelos estudantes.

Sabendo que as concepções alternativas representam basicamente a primeira zona de um perfil conceitual, o realismo, temos como objetivo geral deste trabalho investigar se os livros didáticos de 8ª série² de Ciências levam em conta em seu discurso didático explicativo as concepções alternativas dos alunos no ensino de conceitos associados à Energia nesta série do Ensino Fundamental. Será analisada comparativamente, por série, uma das atuais coleções didáticas de Ciências sugeridas pelo Ministério da Educação e dos Desportos (MEC) com as edições anteriores de mesmo autor desde o ano de 1985. Poderemos assim, verificar se e como ocorre a evolução do conceito de Energia nos livros didáticos de Ciências de 8ª série do Ensino Fundamental.

A ENERGIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

O conceito de Energia é de extrema importância ao aprendizado das Ciências e seu caráter unificador torna-o potente e frutífero para balizar, unir e inter-relacionar diferentes conteúdos de Ciências. É um conceito bastante complexo e, segundo pesquisas diversas sobre concepções alternativas, é frequentemente compreendido de maneira reducionista, atrelado a um único ou poucos fenômenos.

Entre os diversos conceitos estudados nos currículos de Ciências, 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, 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 do conceito de Energia. O autor lembra que, além de seu caráter abstrato, o conceito de Energia abrange praticamente todo tipo de fenômenos naturais. Esse caráter abstrato é suficiente para causar transtornos a professores e principalmente a alunos, que mesmo depois de terem sido introduzidos formalmente na escola a esse conceito, não conseguem fazer 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.

Inúmeros foram os estudos³ realizados referentes às concepções dos estudantes sobre Energia e seus derivados. Estes trabalhos apresentaram as principais concepções dos estudantes referentes ao conceito de Energia, sinalizando as principais dificuldades relacionadas ao aprendizado deste conceito e apontando novas diretrizes e estratégias para um processo de ensino-aprendizagem mais eficiente.

Alguns pesquisadores (WATTS, 1983; WATTS & GILBERT, 1985; GILBERT & POPE, 1986; DRIVER et al., 1994), a partir da análise dos estudos em concepções alternativas, procuraram caracterizá-los em modelos de Energia. Watts (1983) 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.

² Corresponde a última série do Ensino Fundamental – atual 9ª série. Neste trabalho usaremos a denominação antiga.

³ Ver, entre outros: Clement (1978), Duit (1981, 1984, 1987), Watts (1983), Watts & Gilbert (1985), Solomon (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 & Haeusler (1995), Silva (1995), Henrique (1996), Mortimer & Amaral (1998), Ioannidis & Spiliotopoulou (1999), entre outros.

- 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) sintetizaram os resultados de pesquisa até aquela época nas seguintes categorias:

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

Barbosa & Borges (2005), apontam que:

A partir destes estudos sobre as concepções prévias torna-se possível apontar características estruturais importantes dos modelos mentais dos estudantes: 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, como no caso da energia dos combustíveis que é produzida ou liberada na combustão, ou da energia elétrica de uma pilha que é ‘gasta’ para acender uma lâmpada. (Barbosa e Borges, 2006, p.9).

Como Barbosa & Borges (2005), acreditamos que as estruturas apresentadas por Watts (1983), também presentes de forma sintetizada no trabalho de Driver *et al.* (1994), são indicadores das principais características dos modelos mentais de Energia dos estudantes ao término do Ensino Fundamental. Características estas que remetem principalmente a substancialização da Energia.

A conservação da Energia também não é vista como necessária pelos estudantes. Duit (1981, apud Driver *et al.*, 1994) assinala que mesmo fazendo previsões muitas vezes acertadas, os estudantes não utilizam a noção de transferência de Energia como justificativa de suas previsões. Black e Solomon (1985, apud Driver *et al.*, 1994) apontam que, mesmo alguns estudantes que reconhecem o princípio da conservação de Energia, pensam que a Energia pode ser consumida ou até mesmo desaparecer. Processos biológicos, como a respiração, também não são vistos como envolvendo conservação de Energia. Neste contexto, comumente, os estudantes imaginam que a Energia é criada e utilizada em reações subseqüentes. (GAYFORD, 1986 apud BARBOSA & BORGES, 2005, p. 8 e 9).

CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS, MUDANÇA CONCEITUAL E A NOÇÃO DE PERFIL CONCEITUAL

O final da década de 70 e início dos anos 80 ficaram marcados pelo grande número de estudos referentes às idéias dos alunos sobre o conhecimento científico. Entre alguns pioneiros destas pesquisas, podemos destacar: Viennot (1979), Watts & Zylbertajn (1981) e Driver (1985). Estes e outros estudos apontaram para a importância dos conhecimentos prévios para a aprendizagem das teorias científicas, confirmando que estas idéias iniciais dos estudantes representam um dos fatores que mais influenciam no processo de ensino-aprendizagem.

No campo da pesquisa em Educação em Ciências, o Construtivismo foi moldado a partir das evidências das concepções espontâneas frente aos conceitos científicos. Há mais de 30 anos, pesquisas na busca destas concepções provocaram o surgimento de novos modelos de ensino e aprendizagem. Após o surgimento desta linha de pesquisa, denominada de Movimento das Concepções Alternativas, o estudo se intensificou e foi denominado de Mudança Conceitual.

Existiram diferentes propostas de modelos de Mudança Conceitual. Entre as propostas de ensino, temos a que busca identificar as idéias prévias dos alunos, seguidas de uma etapa de criação de conflitos cognitivos e por fim uma fase de aplicação de novas concepções. Um dos principais e mais influentes modelos de Mudança Conceitual foi proposto por Posner *et al.* (1982), um modelo de ensino visando incorporar a aprendizagem piagetiana. Este modelo tem origem na filosofia das Ciências, influenciado principalmente pela epistemologia de Thomas Khun. Posner *et al.* procuraram analogias entre o processo de mudança de uma teoria científica para outra, ao longo da História da Ciência, e a forma como as concepções alternativas dos estudantes são substituídas pelo conhecimento científico durante o processo de ensino-aprendizagem.

Vários pesquisadores⁴, baseados em dados obtidos a partir de trabalhos realizados na área de Educação em Ciências, criticaram o modelo de Posner *et al.* (1982) e outros baseados no conflito cognitivo, afirmando que estes se tornaram limitados e ineficientes para promover uma mudança conceitual. Da base psicológica de Piaget as principais críticas estavam associadas ao fato de que, ao suprimir as concepções alternativas, significaria suprimir o pensamento de senso comum e seu modo de expressão, ou seja, a linguagem cotidiana. Uma expectativa irreal e inútil. A linguagem cotidiana é o modo mais abrangente de se compartilhar significados e permite a comunicação entre os vários grupos especializados dentro de uma mesma língua. Da base filosófica de Kuhn, as críticas referem-se à impropriedade do modelo de revolução científica para descrever qualquer mudança científica, desconhecendo as diferenças profundas entre um processo que ocorre dentro de uma cultura científica e outro, que é justamente um processo de ‘enculturação’⁵. No processo de aprendizagem de Ciências, os estudantes não estão envolvidos com as fronteiras do conhecimento. (MORTIMER, 1996).

Inspirado na noção de Perfil Epistemológico e nas implicações dessa noção no processo de ensino-aprendizagem, Mortimer (1994) defende que a aprendizagem em Ciências deve promover uma ampliação na forma como os estudantes interpretam a realidade. Diferente da proposta central dos modelos de Mudança Conceitual, Mortimer sugere um modelo que descreve a evolução das idéias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de idéias alternativas por idéias científicas, mas como a evolução de um perfil de concepções. Com essa noção, as novas idéias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as idéias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada em contextos diferentes. Com

⁴ Solomon (1983), Scott (1987), Nussbaum (1989), Chi (1991), Wertsch (1991), Hewson & Hewson (1992), Linder (1993), Driver *et al.* (1999), Terrazan (1994), entre outros.

⁵ Processo de socialização das práticas da comunidade científica e de suas formas particulares de pensar e de ver o mundo.

isso é possível conviver idéias dos estudantes com o saber escolar e o saber científico. (MORTIMER, 1994).

A noção de Perfil Conceitual tem duas premissas que divergem da base psicológica e filosófica construtivista centrada no indivíduo, são elas: A possibilidade de que uma pessoa possa usar diferentes formas de pensar em diferentes domínios; A possibilidade de que a construção de uma nova idéia possa, em algumas situações, ocorrer independentemente das idéias prévias e não necessariamente como uma acomodação de estruturas conceituais já existentes.

Portanto, Mortimer utiliza a noção de Perfil Conceitual no lugar de Perfil Epistemológico ao construir um modelo que descreve a evolução das idéias dos estudantes ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Essa noção reforça que a aquisição de um conceito mais complexo num perfil conceitual não implica no desaparecimento das idéias anteriores. A noção de Perfil Conceitual proposta por Mortimer compartilha algumas características da noção do Perfil Epistemológico, como:

- A hierarquia entre as zonas dos perfis, onde à medida que se avança no perfil as noções vão se tornando mais complexas e racionais.
- Diferem de um indivíduo para outro, em cada conceito.
- São fortemente influenciadas pelas diferentes experiências que cada pessoa tem, pelas suas raízes culturais.
- A parte 'realista' do espectro de noções corresponde, normalmente, às concepções alternativas que as pessoas possuem. (MORTIMER, 1994).

No entanto, Mortimer acrescenta novos elementos à noção de Perfil Conceitual e ausentes na noção bachelardiana:

- A distinção entre as características ontológicas e epistemológicas de cada zona do perfil.
- A tomada de consciência, pelo estudante, de seu próprio perfil, desempenha um papel importante no processo de ensino-aprendizagem.
- Os níveis 'pré-científicos' não são determinados por escolas filosóficas de pensamento, mas pelos compromissos epistemológicos e ontológicos dos indivíduos. (MORTIMER, 1994).

Quanto à distinção entre as características ontológicas e epistemológicas de cada zona do perfil, vale lembrar que as diferentes zonas do perfil estão associadas a um mesmo conceito, porém, podem diferir ontológica e epistemologicamente, uma vez que estes podem mudar quando se avança no perfil. A distinção entre os aspectos epistemológicos e ontológicos são muito importantes para o processo de ensino-aprendizagem, pois muitos problemas associados à compreensão de conceitos estão relacionados à dificuldade de se mudar de ontologia.

Outra questão importante apontada na noção de Perfil Conceitual é a tomada de consciência, pelo aluno, de seu próprio perfil. Este fato potencializa as chances do estudante privilegiar mediadores e linguagens sociais mais adequadas para diferentes contextos e domínios. Muitos pesquisadores têm alertado para o fato da resistência e dificuldade para que ocorra uma mudança conceitual, onde os estudantes utilizam suas concepções alternativas, de senso comum, em problemas novos e perturbadores. Isto pode ser entendido como uma evidência para a falta de consciência do estudante de seu perfil.

Outra característica salientada por Mortimer ao sugerir a noção de Perfil Conceitual é que seus níveis 'pré-científicos' não são determinados por escolas filosóficas de pensamento, mas pelos compromissos epistemológicos e ontológicos dos indivíduos. Embora o Perfil Conceitual de determinado conceito seja diferente para cada indivíduo, pois este é influenciado por suas experiências individuais e raízes culturais, as categorias pelas quais ele é traçado são as mesmas (MORTIMER, 1994).

Os estudos realizados em concepções alternativas podem ser utilizados na determinação das categorias que constituem as diferentes zonas do perfil de determinado conceito. A noção de Perfil Conceitual possibilita também uma reinterpretação dos resultados das pesquisas em concepções alternativas, sendo que estas podem evidenciar os principais obstáculos ontológicos e epistemológicos para a aprendizagem de determinados conceitos e potencializar um avanço no perfil.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Com o intuito de responder nossa questão de pesquisa e atender aos objetivos propostos 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 por aqueles que a utilizam – os alunos. Portanto, a análise de conteúdo enquanto técnica nos auxiliará a identificar a significação da noção de Energia nos livros analisados.

A escolha dos livros a serem analisados foi determinada a priori, ou seja, ao iniciarmos a coleta dos exemplares, já tínhamos o “universo” de livros demarcados. Para efetuarmos a opção do livro didático, verificamos os “Guias de Livros Didáticos” de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental, 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 meados da década de 80 do século passado. Os autor(es) de obras mais vezes indicadas pelo PNLD terão, então, seus livros submetidos à nossa pesquisa.

No guia de livros didáticos para 5ª a 8ª séries de 1999, as indicações eram realizadas respectivamente por séries. Ou seja, os livros eram indicados separadamente para cada uma das séries, o que não garantiu a presença de um mesmo autor ou autores para as quatro últimas séries do Ensino Fundamental. Nas recomendações posteriores de 2002, 2005 e 2008, as indicações foram realizadas por coleções. Sendo a coleção escolhida utilizada pelas 5ª, 6ª, 7ª e 8ª séries, obrigatoriamente.

Baseando-se em nosso critério para seleção da obra a ser analisada – autor(es) com maior frequência de recomendação – verificamos que os livros didáticos dos autores Carlos Barros & Wilson Roberto Paulino (editora Ática) são os únicos indicados para todas as séries do período em questão no guia de 1999, aparecendo também nos guias de 2002, 2005 e 2008. Os demais autores ou não aparecem num dos guias e/ou numa das séries do guia de 1999. Portanto, os livros didáticos de autoria de Carlos Barros & Wilson Roberto Paulino são, entre todas as obras inscritas e submetidas ao PNLD, os únicos a serem indicados hegemonicamente nos quatro guias. Estes autores têm também livros didáticos de Ciências publicados anteriormente às recomendações oficiais.

Um outro fato que merece destaque nestes objetos de análise é que os primeiros livros encontrados e submetidos a nossa análise são de autoria de Carlos Barros, mas no decorrer dos anos 90 e também anterior ao primeiro Guia, as obras passaram a ser elaboradas em parceria com outro autor – Wilson Paulino. Essa parceria pode alterar significativamente a elaboração do material didático, assim como a abordagem a cerca da noção de Energia?

Tendo um “universo” demarcado, ou seja, os livros sobre os quais iremos efetuar nossa análise, fez-se necessário proceder à constituição de um corpus. Segundo Bardin (1977, p.96), “corpus é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos

analíticos”. A constituição de nosso corpus implicou em algumas escolhas e seleções. Para tal, procedemos conforme as regras⁶ preconizadas por Bardin (1977).

A seguir, apresentamos a relação dos livros de 8ª série a serem analisados.

Tabela 1: Livros didáticos de 8ª série submetidos a análise.

A	BARROS, C. Química e Física: 1ª grau. 16ª edição. São Paulo: Ática, 1985.
B	BARROS, C. Química e Física: 1ª grau. 20ª edição. São Paulo: Ática, 1987.
C	BARROS, C. Física e Química. 34ª edição. São Paulo: Ática, 1993.
D	BARROS, C. & PAULINO, W. Física e Química. 43ª edição. São Paulo: Ática, 1997.
E	BARROS, C. & PAULINO, W. Física e Química. 2ª ed. – 1ª imp. São Paulo: Ática, 2002.
F	BARROS, C. & PAULINO, W. Física e Química. 59ª ed. – 1ª imp. São Paulo: Ática, 2006.

Com base nos pressupostos recomendados por Bardin (1977), após a seleção dos livros a serem analisados, os mesmos foram lidos na íntegra e as passagens ao longo da abordagem dos conteúdos e textos complementares propostos em que continham a denominação Energia e seus correlatos, como calor, foram todas transcritas. Portanto, 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. Portanto, 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. Referente às co-ocorrências, todos os trechos acerca da noção de Energia e seus correlatos foram transcritos e analisados, independentemente do número de co-ocorrências.

A ENERGIA E O LIVRO DIDÁTICO

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. Categorias estas que objetivaram verificar como os livros didáticos analisados abordam a noção de Energia. O grupo de categorias foi estabelecido tendo como base os modelos de Energia apresentados nos trabalhos de Watts (1983), Watts & Gilbert (1985), Gilbert & Pope (1986), também presentes em Driver *et al.* (1994). No entanto, novas categorias foram inseridas, como a de TRANSFORMAÇÃO (TRA), em virtude da similaridade de algumas sentenças, mas que até então não eram contempladas por nenhum dos grupos existentes. As categorias foram as seguintes:

ANTROPOCÊNTRICA (ANT) – A energia aparece associada a coisas vivas, principalmente ao ser humano ou os objetos são vistos como se possuíssem 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. Algumas expressões permitiram a identificação dos trechos transcritos nesta categoria, como: *Um corpo tem energia; A energia de um corpo; Um objeto possui energia; A energia do corpo*, entre outras.

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

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

⁶ Regra da exaustividade, da representatividade, da homogeneidade e de pertinência. Ver Bardin (1977).

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.

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

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. Na tabela abaixo, 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	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				
A buzina e o fone do telefone são dispositivos capazes de transformar a energia elétrica em energia sonora. (BARROS, 1993, p.79).								X	
A energia potencial é a energia armazenada por um corpo devido à sua posição. (BARROS & PAULINO, 1997, p.93).		X							
Os corpos em movimento possuem energia e, portanto, podem causar deformações. (BARROS & PAULINO, 1997, p.94).		X	X	X					
O joule, como você já sabe, é a unidade de medida de trabalho e de energia. (BARROS & PAULINO, 1997, p.105).									X
As baterias, assim como as pilhas, são também dispositivos que geram eletricidade. (BARROS & PAULINO, 1997, p.151).						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		
Para manter nosso corpo aquecido ou simplesmente para sobreviver precisamos de energia. (BARROS & PAULINO, 2006, p.8-9).	X								
Pode-se então concluir que o fornecimento de calor provoca dois fenômenos na água: aumento de temperatura e mudança de estado físico. (BARROS & PAULINO, 2006, p.27).			X						
A energia cinética é aquela relacionada ao movimento. Tudo o que se move no universo tem energia cinética. (BARROS & PAULINO, 2006, p.94).		X		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 dos trechos contendo a denominação Energia e seus derivados para os seis distintos livros avaliados, analisamos quantitativamente estes trechos, indicando os

índices percentuais em função do número de trechos agrupados para cada categoria. Ou seja, para um mesmo livro didático, contabilizamos o número de trechos classificados para cada categoria e dividimos pelo número total de trechos analisados, por livro didático. A tabela⁷ abaixo mostra estes índices percentuais.

Tabela 3: Índices percentuais das categorias por livro didático.

	1985	1987	1993	1997	2002	2006
ARM	25,9%	21,1%	36,8%	32,7%	35,4%	36,1%
CAU	25,0%	14,7%	21,1%	25,2%	17,9%	17,8%
FLU	23,1%	22,1%	13,5%	22,4%	17,9%	22,1%
PRO	23,1%	28,4%	14,3%	13,6%	11,9%	7,7%
ANT	5,6%	6,3%	5,3%	7,5%	12,9%	11,5%
ATI	13,0%	10,5%	16,5%	15,0%	14,9%	11,5%
FUN	1,9%	2,2%	5,3%	4,7%	5,3%	7,2%
TRA	11,1%	14,7%	8,3%	9,8%	8,9%	7,2%
NSA	11,1%	12,6%	15,8%	16,8%	16,9%	15,4%

As categorias ARMAZENADA, CAUSAL, FLUIDO e PRODUTO pertencem a uma categoria mais ampla, que remete à substancialização da Energia. Esta tendência em substancializar noções abstratas, como a noção de Energia, 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. Ou seja, os trechos presentes nos livros didáticos a cerca da noção de Energia realizam em seu discurso didático explicativo uma abordagem, que quando interpretada individualmente pelo aluno, tende a fortalecer as principais idéias associadas à substancialização da Energia.

Entendemos que a substancialização da Energia caracteriza uma primeira zona do perfil de concepções para este conceito – o realismo. 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. Entretanto, o livro didático de Ciências investigado, mesmo sendo alvo de programas governamentais que avaliam estes materiais, tende a aumentar o *status* desta zona do perfil conceitual em detrimento das demais. Mas quais seriam as outras zonas do perfil conceitual para o conceito de Energia a serem desenvolvidas nos alunos na última série do Ensino Fundamental?

Inspirados no trabalho de Mortimer (1994), idealizamos três zonas para o Perfil Conceitual de Energia para a oitava série do Ensino Fundamental, são elas:

- Realismo - que é basicamente o pensamento de senso comum, remetendo principalmente à substancialização da Energia.
- Empirismo - ultrapassa a realidade imediata através do uso de instrumentos de medida, mas que ainda não dá conta das relações racionais. As medidas associadas às diferentes formas de manifestação da Energia auxiliariam no desenvolvimento desta zona do perfil.
- Racionalismo - os conceitos passam a fazer parte de uma rede de relações racionais. O conceito de Energia é tratado como “algo” abstrato, que ao se transformar se conserva. As transformações de Energia e o seu Princípio de Conservação caracterizariam esta zona.

⁷ 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.

O aumento de *status* da última zona do Perfil Conceitual para a Energia, o racionalismo, seria então almejado ao término do Ensino Fundamental. Na mesma direção, os PCN recomendam como um dos objetivos para o quarto ciclo: “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” (BRASIL, 1998, p. 89). No entanto, ao analisar o livro didático, percebemos que a categoria que evidencia a transformação da Energia (TRA) – característica do racionalismo – apresenta índices sempre inferiores quando comparada às categorias que remetem à substancialização da Energia – característica do realismo. Sendo assim, o livro didático pouco favorece a um avanço no Perfil Conceitual para a noção de Energia.

Num trabalho mais amplo, ainda em desenvolvimento, serão propostas estratégias didáticas pertinentes ao nível cognitivo dos alunos da oitava série e que buscam promover o desenvolvimento da zona racionalista do perfil.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido com apoio financeiro da CAPES.

BIBLIOGRAFIA

- 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*. 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.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. Modelos iniciais de energia. In M. A. Moreira (Org.) *Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru, 25 a 29 novembro de 2003. Porto Alegre: ABRAPEC. 2004. p. 1-12.
- _____. Ambiente de Aprendizagem para o Modelamento de Energia. In R. Nardi e O. Borges (Orgs). *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru. 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. Comunicação apresentada no *V ENCONTRO DE PESQUISA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*. 29/11 a 02/12. Bauru, SP. 2005.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- DRIVER, R. Beyond appearance: the conservation of matter under physical and chemical transformations. In: DRIVER, R., GUESNE, E., TIBERGHEN, A. (Ed.). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press, 1985.
- DRIVER, R. et al. *Making sense of secondary science – Research into children's ideas*. New York: Routledge, 1994.
- FRACALANZA, Hilário. *O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil*. Campinas : Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1993. (Tese de doutorado).

- 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.
- MORTIMER, E. F. *Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais*. São Paulo: Faculdade de Educação da USP. 1994. (Tese de Doutorado).
- _____. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4(3): 267- 285. 1995.
- _____. Construtivismo, mudança conceitual e o ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, 1:20-39. 1996.
- NETO, JM, e FRANCALANZA, H. O livro didático de ciências: Problemas e soluções. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.
- 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.
- PIMENTEL, J. R. Livros didáticos de ciências: a física e alguns problemas. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Volume 15. Número 3. Florianópolis: UFSC (pp. 308-318), 1998.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. & GERTZOG, W.A (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2): 211-227.
- PRETTO, Nelson de Luca. *A ciência nos livros didáticos*. Campinas-SP: Ed. Da UNICAMP; Salvador: CED/UFBA, 1985. 95 p.
- SCOTT, P. The process of conceptual change in Science: A case study of the development of a secondary pupil's ideas relating to matter, in Novak, J.D. (ed), *The proceedings of The Second International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, New York: Cornell University, vol. II, p. 404-419, 1987.
- SEVILLA, S. C. Reflexiones en torno al concepto de energia. Implicaciones curriculares. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 3, p. 247-252, 1986.
- 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, 49-59.1983.
- _____. Messy, contradictory and obstinately persistent: a study of children's out-of-school ideas about energy. *School Science Review*. Vol 65, 1983a.
- 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.
- TERRAZZAN, E.A. *A Conceituação não-convencional de energia no pensamento dos estudantes*. São Paulo. 1985. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências -Modalidade Física e Química). Universidade de São Paulo, 1985.
- VIENNOT, L. Spontaneous Reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education* 1(2): 205-221, 1979.
- 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.
- WATTS, D.; ZYLBERSZTAJN, A. A survey of some children's ideas about force. *Physics Education*, v. 15, p. 360 – 365, 1981.