

**Vinicius Jacques**

**A ENERGIA NO ENSINO FUNDAMENTAL: O LIVRO DIDÁTICO E  
AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS**

Florianópolis - SC

2008



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas  
Centro de Ciências da Educação  
Centro de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica

## **A ENERGIA NO ENSINO FUNDAMENTAL: O LIVRO DIDÁTICO E AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS**

Dissertação submetida ao Colegiado do  
Curso de Mestrado em Educação Científica e  
Tecnológica da Universidade Federal de  
Santa Catarina em cumprimento parcial para  
obtenção do título de Mestre em Educação  
Científica e Tecnológica

Vinicius Jacques

Orientador: Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho

Florianópolis - SC

2008



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

“ENERGIA NO ENSINO FUNDAMENTAL: O LIVRO DIDÁTICO E AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS”

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica em cumprimento parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 12/09/2008

Dr. José de Pinho Alves Filho (Orientador)

Dr. Mikael Frank Rezende Junior (Examinador)

Dr. Luiz Orlando de Quadro Peduzzi (Examinador)

Dr. José André Peres Angotti (Suplente)

Dr. José de Pinho Alves Filho  
Coordenador do PPGET

Vinicius Jacques  
Vinicius Jacques

Florianópolis, Santa Catarina, setembro de 2008.

***À família, aos amigos e a você, meu amor!***

## AGRADECIMENTOS

Nesta página deixarei um pouco de lado as teorias, os conceitos e as análises para escrever sobre pessoas. Familiares, amigos e professores que ajudaram a construir o que muitas vezes parecia impossível. Cada um do seu jeito: apoiando o desafio de um mestrado, compreendendo as mudanças que foram necessárias, aceitando e entendendo a ausência, indicando formas novas de pensar, orientando entre os diferentes caminhos, buscando junto comigo superar cada etapa deste grande desafio. Pessoas que mesmo longe estiveram e sempre estarão presentes.

À minha Gi por tornar os meus dias melhores. Com seu amor, compreensão, apoio e dedicação faz com que projetos se concretizem e sonhos se tornem reais.

À Prof. Dra. Terezinha de Fátima Pinheiro – “Tê”, orientadora inicial deste trabalho. Possivelmente uma das primeiras pessoas a acreditar e incentivar a trajetória deste iniciante pesquisador. Em pouco tempo me deixou muito mais que um trabalho de orientação.

Ao Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho – “Tio Pinho”, pela competência, dedicação e carinho com que realizou o trabalho de orientação.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT, pelas discussões oportunizadas e cujas reflexões permeiam este trabalho. Agradeço em especial aos professores Dr. Luiz Orlando de Quadro Peduzzi e Dr. José André Peres Angotti, pela leitura cuidadosa, advertências e sugestões em relação ao trabalho.

Aos colegas de turma que propiciaram, além dos momentos de estudo, o dia da *pizza*, do churrasco cru do Fábio, do Risoto da Nadir, da cantoria na Lisani, da cervejinha no Yega e de tantos outros igualmente prazerosos.

Às amigas MILARE, T. – “Tathi” e RICHETTI, G. – “Grazi” pela parceria e união ao longo de toda a caminhada, pelos momentos de aprendizagem e, em especial, por compartilharem as angústias e inquietações.

Aos amigos que compreenderam a ausência, em especial ao amigo e irmão Bruno por seu exemplo de vida – Salvem as intermináveis noites de estudo da época de Graduação! Ao amigo Ricardo Karam, pelo apoio. Espero, Karam, continuar seguindo seus passos!

Às minhas famílias (Jacques, Vicentin e Perine) que sempre me apoiaram e entenderam meus períodos de reclusão. Em especial à minha mãe, Beth, pela sua fé, pela sua coragem, pela sua determinação e pelo seu amor incondicional. Ao meu pai, por ter vencido!

Agradeço à Capes pelo apoio financeiro durante um ano – de suma importância para realização deste trabalho. E, por fim, tenho muito orgulho em agradecer à sociedade, que com o pagamento de impostos, possibilitou que eu realizasse todos meus estudos em instituições públicas.

***“Energia é um sutil ‘camaleão’ do conhecimento científico.”***

José André Peres Angotti

## RESUMO

O conceito de Energia é de extrema importância ao aprendizado das Ciências. No entanto, é frequentemente compreendido de maneira reducionista, atrelado a um único ou a poucos fenômenos. O livro didático, por sua vez, mesmo depois de políticas públicas que avaliam, selecionam e distribuem volumes às escolas, ainda apresenta deficiências e limitações, além de abordagens aquém das discussões provenientes de pesquisas em Ensino de Ciências, como as de concepções alternativas, que têm forte influência no processo de ensino-aprendizagem.

Este trabalho apresenta a análise da abordagem acerca do conceito de Energia em seis livros didáticos de Ciências da última série do Ensino Fundamental. A partir dos pressupostos da Análise de Conteúdos, dos principais resultados das pesquisas em concepções alternativas para o conceito de Energia e da noção de Perfil Conceitual, avaliamos o tratamento dado à noção de Energia e se as coleções levam em conta em seu discurso didático explicativo as idéias prévias dos alunos. Analisamos todos 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. Objetivando uma evolução conceitual dos estudantes, propomos um conjunto de descritores que visam favorecer este avanço em direção ao conhecimento científico mais elaborado.

**Palavras-chave:** Energia no Ensino Fundamental; Livro Didático; Concepções Alternativas; Ensino de Ciências.



## **ABSTRACT**

The concept of Energy is very important to the learning of Sciences. However, it is often understood so reductionist, coupled to a single or a few phenomena. The didactic book, in turn, even after public policies that evaluate, select and distribute packages to schools, still had weaknesses and limitations, and approaches short of discussions from research in Science Education, such as misconceptions, which have strong influence in the teaching-learning.

This paper presents the analysis of the approach on the concept of Energy in six didactic books of Sciences of the last series of Elementary School. From the assumptions of Analysis of Contents, the main results of research into misconceptions for the concept of Energy and the notion of Conceptual Profile, evaluate the treatment given to the notion of Energy and if the collections take into account in his didactic speech explaining the preliminary ideas of students. I reviewed all portions of books under the name Energy and its related, as the Heat, which allowed us to infer that the speech of didactic books refers mainly to materialization Energy. Aiming a conceptual development of students, proposing a set of descriptors to promote this move toward more elaborate scientific knowledge.

**Keywords:** Energy in Elementary School; Didactic Book; Misconceptions; Science Education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1: Freqüência da denominação Energia por disciplinas no livro de 1985. ....	60
Gráfico 2: Distribuição da denominação Energia por capítulos da unidade de Física do livro de 1993. ....	64
Gráfico 3: Distribuição das denominações Energia e Calor por disciplinas do livro de 1993. ....	65
Gráfico 4: Distribuição das denominações Energia e Calor por capítulos da unidade de Conceitos Básicos do livro de 1997. ....	67
Gráfico 5: Distribuição das denominações Energia e Calor por capítulos da unidade de Física do livro de 1997. ....	67
Gráfico 6: Distribuição das denominações Energia e Calor por capítulos da unidade de Química do livro de 1997. ....	68
Gráfico 7: Distribuição da denominação Energia por unidades principais do livro de 1997. ....	69
Gráfico 8: Distribuição da denominação Calor por unidades principais do livro de 1997. ....	69
Gráfico 9: Distribuição da denominação Energia e Calor por capítulos da unidade de Conceitos Básicos do livro de 2002. ....	71
Gráfico 10: Distribuição da denominação Energia e Calor por capítulos da unidade de Física do livro de 2002. ....	72
Gráfico 11: Distribuição da denominação Energia e Calor por capítulos da unidade de Química do livro de 2002. ....	72
Gráfico 12: Distribuição da denominação Energia por unidades principais do livro de 2002. ....	73
Gráfico 13: Distribuição da denominação Calor por unidades principais do livro de 2002. ....	73
Gráfico 14: Distribuição das denominações Energia e Calor por capítulos da unidade de Conceitos Básicos do livro de 2006. ....	75
Gráfico 15: Distribuição da denominação Energia e Calor por capítulos da unidade de Física do livro de 2006. ....	75

Gráfico 16: Distribuição da denominação Energia e Calor por capítulos da unidade de Química do livro de 2006.....	76
Gráfico 17: Distribuição da denominação Energia por unidades principais do livro de 2006. ....	76
Gráfico 18: Distribuição da denominação Calor por unidades principais do livro de 2006. ....	77
Figura 19: Ilustração presente no livro de 1985 no estudo de Mudanças de Estado da Matéria .....	81
Figura 20: Ilustração presente no livro de 1985 no estudo da Propagação do Calor. ....	85
Figura 21: Ilustração presente no livro de 1985 no estudo do Calor Específico de uma substância. ....	86
Figura 22: Ilustração presente no livro de 1987 para explicar o experimento de Benjamim Franklin.....	86
Figura 23: Transformações de Energia. Ilustração presente no capítulo 4 do livro de 1993. ....	89
Figura 24: Ilustração presente no livro de 1993 no texto – Sol: a nossa principal fonte de energia. ....	90
Figura 25: Ilustração presente no livro de 1993 no capítulo – A energia e sua medida .....	91
Figura 26: Mapa de conceitos presente ao término do capítulo 8 – Energia Mecânica do livro de 2006.....	136
Figura 27: Índices percentuais das categorias SUBSTANCIALIZAÇÃO e CONCEITO CIENTÍFICO, por livro didático.....	144
Figura 28: Representação de dois blocos ligados por uma mola.....	174
Figura 29: Representação de um corpo que tem sua altura aumentada em relação à superfície da Terra.....	175

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Livros didáticos consultados para seleção do material de análise. ....	53
Tabela 2: Livros didáticos do 9º ano do Ensino Fundamental submetidos à análise.	54
Tabela 3: Distribuição dos conteúdos e a freqüência da denominação Energia no livro de 1985. ....	59
Tabela 4: Conteúdos abordados no livro de 1987 e a distribuição da denominação Energia por unidades. ....	61
Tabela 5: Conteúdos abordados no livro de 1993 e a distribuição da denominação Energia e Calor por unidades. ....	63
Tabela 6: Distribuição dos conteúdos no livro de 1997 e a freqüência de utilização das denominações Energia e Calor por capítulos. ....	66
Tabela 7: Distribuição dos conteúdos no livro de 2002 e a freqüência de utilização das denominações Energia e Calor por capítulos. ....	70
Tabela 8: Distribuição dos conteúdos no livro de 2006 e a freqüência de utilização das denominações Energia e Calor por capítulos. ....	74
Tabela 9: Quadro presente no livro de 1993 no texto – Sol: a nossa principal fonte de energia . ....	91
Tabela 10: Exemplos de trechos transcritos e categorizados. ....	142
Tabela 11: Índices percentuais das categorias por livro didático. ....	143
Tabela 12: Guia de livros didáticos – 5ª a 8ª série – PNLD 1999. ....	203
Tabela 13: Guia de livros didáticos – 5ª a 8ª série – PNLD 2002. ....	204
Tabela 14: Guia de livros didáticos – 5ª a 8ª série – PNLD 2005. ....	205
Tabela 15: Guia de livros didáticos – 5ª a 8ª série – PNLD 2008. ....	205

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

MEC – Ministério da Educação e dos Desportos

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD – Plano Nacional do Livro Didático

PR – Paraná

SC – Santa Catarina

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	16
QUESTÃO DE PESQUISA .....	19
OBJETIVOS.....	20
CAPÍTULO 1: A ENERGIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS .....	22
1.1 A ENERGIA E AS PESQUISAS EM CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS .....	24
1.2 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS, MUDANÇA CONCEITUAL E PERFIL CONCEITUAL.....	32
1.3 A ENERGIA NOS PCNs .....	41
1.3.1 O conceito de Energia para o quarto ciclo .....	43
CAPÍTULO 2: A ENERGIA E O LIVRO DIDÁTICO .....	49
2.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	49
2.1.1 A escolha do livro didático.....	50
2.1.2 Organizando o material .....	52
2.1.3 As categorias de análise .....	56
2.2 A DENOMINAÇÃO “ENERGIA” AO LONGO DOS LIVROS .....	58
2.2.1 O livro de Ciências de 1985 .....	58
2.2.2 O livro de Ciências de 1987 .....	60
2.2.3 O livro de Ciências de 1993 .....	62
2.2.4 O livro de Ciências de 1997 .....	65
2.2.5 O livro de Ciências de 2002 .....	70
2.2.6 O livro de Ciências de 2006 .....	73
2.3 A NOÇÃO DE ENERGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS AO LONGO DE DUAS DÉCADAS .....	77
2.3.1 Os livros de Ciências de 1985 e 1987.....	77
2.3.2 O livro de Ciências de 1993 .....	87
2.3.3 O livro de Ciências de 1997 .....	102
2.3.4 O livro de Ciências de 2002 .....	110
2.3.5 O livro de Ciências de 2006 .....	132

2.4 AS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS LIVROS ANALISADOS: UM POSSÍVEL INDICATIVO DE EVOLUÇÃO?.....	139
2.5 O LIVRO DE CIÊNCIAS À LUZ DAS CATEGORIAS DE ANÁLISE .....	141
CAPÍTULO 3: DESCRITORES PARA ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA.....	148
3.1 DESCRITORES À LUZ DO PERFIL CONCEITUAL.....	149
3.1.1 Descritores Realismo-Empirismo .....	150
3.1.2 Descritores Empirismo-Racionalismo.....	163
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	183
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	194
ANEXOS .....	203

## 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 principal instrumento norteador na preparação de suas aulas, base para confecção de textos auxiliares e elaboração de cronogramas a serem utilizados em sala de aula.

Desde 1938, com a criação da Legislação do Livro Didático, pelo Decreto-Lei 1006, programas que consomem extraordinárias<sup>1</sup> verbas públicas foram implantados, objetivando uma melhor qualidade das obras didáticas, assim como sua distribuição gratuita aos alunos de escolas públicas do país.

Em 1985, o Decreto 91542 regulamentou a questão do livro didático, implementando o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que:

[...] tem por objetivo oferecer aos alunos e professores de escolas públicas do ensino fundamental, de forma universal e gratuita, livros didáticos [...] de qualidade para apoio ao processo ensino-aprendizagem desenvolvido na sala de aula. (BRASIL).

O Ministério da Educação e dos Desportos (MEC) em 1994 adotou medidas visando avaliar o livro didático, definindo critérios para avaliação destas obras para as “1ª a 4ª séries” do Ensino Fundamental. Depois, em 1996, 1998 e 2000, os critérios foram ampliados para as demais séries do Ensino Fundamental, onde:

A Secretaria de Educação Básica coordena o processo de avaliação pedagógica sistemática das obras inscritas no PNLD, desde 1996. Esse processo é realizado em parceria com universidades públicas que se responsabilizam pela avaliação de livros didáticos [...]. (BRASIL).

Mesmo com tal relevância para o ensino, muitas pesquisas acadêmicas, como Pretto (1985), Mortimer (1988), Axt & Brückmann (1989), Fracalanza (1993),

---

<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, distribuídos para uma média anual de 30,8 milhões de alunos, matriculados em cerca de 163,7 mil escolas. Nesse período, o PNLD investiu R\$ 34,2 bilhões. (Dados obtidos no sítio eletrônico do MEC. Disponível em: [www.portal.mec.gov.br/seb](http://www.portal.mec.gov.br/seb). Acesso em 13/03/2007).



Amaral & Megid Neto (1997), Pimentel (1998), entre outras, apontaram nos últimos anos inúmeros problemas, como erros conceituais, preconceitos sociais, culturais e raciais, deficiências gráficas, diagramação cansativa e concepções errôneas sobre Ciência nos principais livros utilizados no Brasil, tanto no Ensino Fundamental quanto no Médio. Tais observações, no entanto, na maioria das vezes não têm sido levadas em consideração pelas editoras, autores e demais órgãos responsáveis pela qualidade dos materiais utilizados no país (MEGID NETO & FRACALANZA, 2003).

Deste modo, é sempre 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, pois os livros didáticos ainda constituem a principal referência aos professores e alunos. Portanto, faz-se necessário identificar quais os indicativos das pesquisas em Ensino de Ciências têm sido observados nos livros didáticos recomendados pelo PNLD, uma vez que um dos maiores esforços dos pesquisadores é essa tentativa de aproximar os resultados das pesquisas 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. Este conceito é fundamental para a compreensão da Ciência, baliza e sustenta os demais.

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

O conceito de Energia tem sido apontado por vários autores (SEVILLA SEGURA, 1986; PÉREZ-LANDEZÁBAL *et al.*, 1995; SOLBES & TARÍN, 1998;) 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 (2005, p. 204) salientam que a categoria unificadora deste conceito favorece que sejam estabelecidas “relações com temas de outras áreas, em nível interdisciplinar” e permite articular “tópicos de

uma área intradisciplinar”, possibilitando assim que seja minimizada a fragmentação dos conhecimentos escolares de Ciências.

As dificuldades dos alunos para aprender o conceito de Energia, as inadequações em textos e livros didáticos e os desacordos entre os pesquisadores sobre a forma de abordagem desse conceito constituem um grande desafio para professores em sua prática escolar.

Carvalho (1998), ressaltando a importância do conceito de Energia para a Ciência, aponta a necessidade dos alunos construírem desde cedo os primeiros significados sobre esse conceito, preparando-se para abordagens posteriores. Na mesma direção, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) também sugerem uma abordagem para este tema logo nos primeiros ciclos e colocam que uma das capacidades que os alunos devem ter ao término do Ensino Fundamental deve ser saber utilizar conceitos científicos associados à Energia (BRASIL, 1998).

Contudo, por ser abstrato e muito abrangente, o conceito de Energia é de difícil compreensão e fica muitas vezes a mercê de interpretações causais, o que contribui para o fortalecimento do senso comum e de concepções equivocadas. Os PCNs, 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?” (BRASIL, 2007, p.101).

Inúmeros foram os estudos realizados referentes às concepções<sup>2</sup> dos estudantes sobre Energia e seus derivados. Estes trabalhos sinalizaram dificuldades relacionadas ao aprendizado deste conceito e apontaram 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 estas idéias são pessoais,

---

<sup>2</sup> Neste trabalho usaremos conhecimentos prévios, idéias prévias, idéias de senso comum, idéias científicas informais, concepções alternativas e concepções espontâneas com o mesmo significado.

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 (MATTHEWS, 1994).

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; SCOTT, 1987; MORTIMER 1994), 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 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.

## **QUESTÃO DE PESQUISA**

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, propomos nossa questão de pesquisa: Quais os aspectos apontados nas pesquisas

em ensino de Ciências sobre as concepções alternativas dos estudantes referentes ao conceito de Energia estão contemplados em uma das coleção de livros didáticos de Ciências do 9º ano<sup>3</sup> do Ensino Fundamental?

## **OBJETIVOS**

Temos como objetivo geral deste trabalho investigar se o livro do 9º ano do Ensino Fundamental de Ciências de uma dada coleção leva em conta em seu discurso didático explicativo o entendimento intuitivo dos alunos no ensino de conceitos associados à Energia nesta série do Ensino Fundamental.

Para tal, faz-se necessário:

- Identificar os principais indicativos nos resultados das pesquisas em ensino de Ciências referentes a concepções alternativas dos estudantes do Ensino Fundamental sobre o conceito de Energia.
- Analisar comparativamente, para a última série do Ensino Fundamental, uma das atuais coleções didáticas de Ciências sugeridas pelo MEC com as edições anteriores de mesmo autor desde os anos de 1985.
- Analisar se e como ocorre a evolução do conceito de Energia no livro didático de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental de uma dada coleção.
- Elaborar descritores como subsídios aos professores e autores de livros didáticos no planejamento das aulas e elaboração de textos didáticos referentes ao conceito de Energia.

A partir dos indicativos das pesquisas em concepções alternativas acerca do conceito de Energia, da abordagem deste conceito nos livros didáticos de Ciências e da noção de Perfil Conceitual, poderemos verificar se o livro oportuniza aos estudantes da última série do Ensino Fundamental uma evolução conceitual

---

<sup>3</sup> Corresponde a última série do Ensino Fundamental. A Lei 11.274, de 6 de fevereiro de 2006, institui o Ensino Fundamental de nove anos de duração com a inclusão das crianças de seis anos de idade, assim, o 9º ano corresponde a 8ª série.

referente à Energia. Estamos cientes da importância do professor neste processo, no entanto, não é objetivo deste trabalho estudar a mediação docente.

Para atender aos objetivos propostos, estruturamos o trabalho em três capítulos. No primeiro, justificamos nossa opção pela noção de Energia, sua importância no Ensino de Ciências e apresentamos os principais resultados das pesquisas em concepções alternativas para este conceito. A partir de então, caracterizamos o Movimento de Mudança Conceitual e a noção de Perfil Conceitual – alternativa para entender a evolução das idéias dos estudantes. Neste capítulo, são apresentadas ainda as principais recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais acerca do conceito de Energia para o quarto ciclo, correspondente aos 8º e 9º anos do Ensino Fundamental.

O capítulo 2 evidencia as características da Análise de Conteúdo, metodologia que dará suporte à análise dos livros didáticos. Também são apresentados os critérios para escolha dos livros, preparação do material para análise e categorias que darão suporte à investigação. Neste capítulo caracterizamos ainda a abordagem acerca da noção de Energia para cada um dos livros investigados e apresentamos os resultados da análise de acordo com as categorias propostas. A partir desta análise e com base nos resultados das pesquisas em concepções alternativas para o conceito de Energia e da noção de Perfil Conceitual, sugerimos no capítulo 3 descritores que podem ser utilizados para a abordagem do conceito, tanto por professores no planejamento e execução de suas aulas, como autores de livros didáticos ao escreverem sobre Energia.

## **CAPÍTULO 1: 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 freqüentemente compreendido de maneira reducionista, atrelado a um único ou poucos fenômenos.

Entre os diversos conceitos estudados nos currículos de Ciências do Ensino Fundamental, o de Energia é um dos mais abstratos e encontra-se relacionado com outros conceitos também abstratos e com uma diversidade de significados. “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 do conceito de Energia. O autor salienta que, apesar 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 idéia palpável acerca dele. O pesquisador também evidencia que a própria evolução histórica deste conceito atesta a complexidade dos caminhos que acabaram por conduzir à sua formulação final.

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

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.

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

O conceito de Energia tem também, além do caráter cultural, uma ampla repercussão política e social. Discussões a respeito das concepções dos alunos em torno desse conceito tornam-se importantes para ampliar a capacidade de argumentação e participação destes estudantes na sociedade. Faz-se fundamental que os estudantes reconheçam problemas diversos da sociedade atual, diariamente divulgados na mídia, como os conflitos entre nações pelo petróleo, o desenvolvimento de tecnologias que funcionam cada vez com menores quantidades e com mais variedades de combustíveis, além dos impactos ambiental, econômico e político da geração de Energia, da procura de recursos energéticos e de fontes alternativas de Energia, etc.

Estamos convencidos que o entendimento do conceito de Energia auxilia na formação de cidadãos que participem inteligentemente de debates políticos, como por exemplo, a política energética – tema fortemente impregnado de questões científicas, que exige conhecimentos e senso crítico.

Outro ponto amplamente difundido no dia-a-dia é a crescente preocupação com a quantidade energética dos alimentos. O não entendimento, por exemplo, das rotulagens nutricionais em relação às calorias e das diferenças entre produtos *light* e *diet* acarretam muitas vezes num consumo inadequado e podem propiciar um risco à saúde.

Assim como Fourez (2003), pensamos que o ensino de Ciências deve visar a formação, a inserção e a capacidade criativa do cidadão na sociedade, possibilitando ao aluno utilizar as Ciências para decodificar seu mundo, participando da cultura do nosso tempo, mantendo certa autonomia crítica perante a sociedade e se familiarizando com as idéias provenientes das Ciências.

Neste capítulo, além de evidenciarmos a importância e a problemática do conceito de Energia, apresentamos também os resultados de pesquisas em concepções alternativas para este conceito, assim como os modelos de Energia sugeridos por pesquisadores para as idéias dos estudantes. Inspirados nestes modelos, elaboramos nossas categorias de análise para investigação dos livros didáticos.

São ainda temas abordados neste capítulo: a importância das idéias dos estudantes na aprendizagem de conceitos científicos; as principais características destas idéias; o Movimento das Concepções Alternativas; o modelo de Mudança Conceitual; as condições para que ocorra a substituição das idéias informais pelas científicas; as críticas ao modelo de Posner *et. al.* (1982) e outros baseados no conflito cognitivo, e a noção de Perfil Conceitual preconizada por Mortimer para entender a evolução da idéia dos estudantes.

Encerramos este capítulo com as principais recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o conceito de Energia ao longo do quarto ciclo, correspondente ao 8º e 9º anos do Ensino Fundamental. As sugestões foram organizadas para cada um dos eixos temáticos.

## **1.1 A ENERGIA E AS PESQUISAS EM CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS**

Inúmeros foram os estudos<sup>4</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 de terem sido realizados em diferentes países e culturas. Há ainda uma grande

---

<sup>4</sup> Por exemplo: 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 & Haeussler (1995), Silva (1995), Henrique (1996), Mortimer & Amaral (1998), Ioannidis & Spiliotopoulou (1999), entre outros.



semelhança entre as concepções dos estudantes e aquelas apresentadas por adultos que já passaram pelo processo formal de ensino (HENRIQUE, 1996).

Bliss & Ogborn (1985), ao pesquisarem situações em que a Energia não era identificada em alunas com idade média de 13 anos, perceberam que as justificativas fornecidas por estas na escolha das situações referiam-se especialmente à ausência de atividade e de animação. Uma estátua, por exemplo, “[...] não necessita de energia, pois não está fazendo nada” ou “ela não necessita de energia porque não está caminhando, nem se movendo, apenas está lá de pé” (BLISS & OGBORN, 1985, *apud* HENRIQUE, 1996, p.42). A ausência de animação, segundo os pesquisadores, apareceu combinada à ausência de atividade, como, “[...] a estátua não necessita de energia porque não é uma coisa viva e não se move” ou “[...] uma estátua não necessita de energia porque é feita de uma substância que não tem vida e não está se movendo” (*ibidem*).

As expressões de senso comum em que a Energia aparece relacionada a seres humanos ou coisas vivas foram interpretadas como concepções animistas, pertencentes a um modelo antropocêntrico. Já a tendência em associar a Energia a movimento tem sido interpretada como um modelo de atividade. As concepções antropocêntrica e de atividade para a noção de Energia também foram identificadas em outras pesquisas, como Watts (1983), Solomon (1985), Gilbert & Pope (1986), Trumper (1993), entre outras.

Watts & Gilbert (1985) lembram que:

[...] os estudantes têm dificuldades para imaginar qualquer objeto inanimado como possuindo certa quantidade de energia a não ser nos casos em que esta energia possa estar armazenada e neste caso, serem responsáveis por desencadear os fatos ou fenômenos observáveis (fazer as coisas acontecerem). Os exemplos mais comuns são baterias, centrais de força, petróleo ou carvão mineral. (WATTS & GILBERT, 1985, *apud* BARBOSA & BORGES, 2006).

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-las em modelos de Energia. Watts (1983), ao estudar as concepções formadas pelos alunos, analisa os conceitos de Energia de alunos de 14 a 18 anos, organizando-as 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.

Gilbert & Pope (1986) propõem basicamente o mesmo sistema de categorização:

- Antropocêntrica – Energia relacionada com seres humanos.
- Reservatório – Alguns objetos possuem Energia armazenada e liberam-na sob certas condições.
- Substância (ingrediente) – 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.
- 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 – Energia vista como um certo tipo de fluido transferido em certos processos.

Driver *et. al.* (1994), fundamentados em seus estudos e em outras investigações<sup>5</sup>, 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.

A seguir apresentamos as principais características das categorias propostas por Driver *et al.* (1994) a partir de alguns trabalhos citados pelos pesquisadores.

#### **a) ENERGIA E COISAS VIVAS**

Esta categoria proposta por Driver *et al.* (1994) evidencia uma concepção antropocêntrica para a Energia, onde esta aparece associada principalmente com seres vivos. Vários estudos informam a idéia que a Energia é associada a coisas vivas, particularmente a seres humanos. Por exemplo, Watts e Gilbert (1985) descrevem, entre as estruturas observadas, uma que envolve o “homem como centro de Energia”, em que a Energia está associada principalmente a seres humanos ou a objetos que são tratados como se possuíssem atributos humanos.

Solomon (1982, *apud* DRIVER *et al.*, 1994) em seu estudo examinou o pensamento de crianças sobre Energia. A pesquisadora pediu que elas escrevessem sentenças mostrando como usariam a palavra Energia. Entre os resultados, atividades humanas, saúde, comida e combustíveis figuraram proeminente nas respostas dos alunos. Entre quatro temas destacados dentro das respostas do trabalho da pesquisadora, Driver *et al.* (1994) apontam que essa concepção antropocêntrica assinala para duas formas características de pensar sobre a Energia, são elas:

---

<sup>5</sup> Trabalhos citados no capítulo 20 do livro de Driver *et al.*: *Making sense of secondary science – Research into children’s ideas*. New York: Routledge, 1994.

- Vitalismo, em que Energia é pensada como uma necessidade da vida (como “*Quando esgotamos nossa energia precisamos de medicamentos e vitaminas*” e “*Exercício é bom para você, ele aumenta sua energia*”).
- Atividades, em que precisamos de Energia para movimento (como em “*Quando corremos, perdemos energia e precisamos alimento e repouso*” e “*Exercícios consomem energia, por isso nos sentimos cansados*”). (DRIVER *et al.*, 1994, p.143-144).

## **b) ENERGIA ARMAZENADA**

Watts & Gilbert (1985, *apud* DRIVER *et al.*, 1994) descrevem um modelo “depositário” de Energia utilizado pelos alunos. Neste modelo alguns objetos são pensados como tendo Energia, podendo ser recarregáveis. A Energia também é pensada como um agente causal armazenado em certos objetos, ou seja, pressupõe a existência de objetos capazes de armazenar a Energia necessária para provocar mudanças em outros objetos que possam recebê-la.

Gilber & Pope (1986, *apud* DRIVER *et al.*, 1994) também identificaram este modelo. Os pesquisadores informaram que muitas das idéias das crianças de 10 a 12 anos acerca de Energia são uma estrutura de “depósito”. Estas pesquisas encontraram múltiplas estruturas em que um modelo depositário foi associado a idéias sobre atividade e movimento.

Ault *et al.* (sem data, *apud* DRIVER *et al.*, 1994) informaram que somente as coisas com Energia eram pensadas pelos estudantes como capazes de fazerem mudanças acontecerem. Gayford (1986, *apud* DRIVER *et al.*, 1994), examinando as idéias das crianças sobre Energia num contexto biológico, também encontrou que alunos freqüentemente têm uma noção de Energia como algo que é armazenado, bastante parecido com um material.

Este modelo de Energia armazenada ou vista como sendo um agente causal armazenado em certos objetos (reservatório), segundo Driver *et al.* (1994), também considera a Energia como uma entidade material, pois pode ser armazenada, atribuindo então, um caráter de substancialização à Energia.

Trumper (1997) identifica duas interpretações para este modelo de Energia:

- Uma estrutura do tipo depósito, onde a Energia está armazenada / contida num certo objeto (reservatório). Por exemplo: “*Há energia na bateria [...]*”.

- Uma estrutura ativa ou casual, em que a Energia é causa de fenômenos, necessária para a ocorrência de processos. Por exemplo: “[...] a lâmpada elétrica precisa de energia para acender”. (TRUMPER, 1997, p. 159).

### **c) ENERGIA, MOVIMENTO E FORÇA**

A Energia é associada a força e movimento. Muitos estudos apontaram que inúmeras crianças associam Energia com movimento e força. Stead (1980, *apud DRIVER et al.*, 1994) encontrou crianças que associam Energia com objetos inanimados e que freqüentemente sugerem o movimento, ou a falta dele, como determinante para a presença de Energia. Stead também alerta para a confusão entre Energia, força, trabalho e gravidade, além de “energia potencial” ser confundida com o potencial para ter Energia.

Bliss & Ogborn (1985, *apud DRIVER et al.*, 1994) relatam que a ausência de atividade era informada como uma explicação sobre a Energia não ser atribuída para uma determinada situação. Watts & Gilbert (1983, *apud DRIVER et al.*, 1994) encontraram em “atividades óbvias” estruturas entre seus sujeitos, em que Energia estava associada com exposições públicas de movimento. Também encontraram alguns estudantes usando as palavras “força” e “energia” sinonimamente. Driver *et al.* (1994) sugerem que as confusões nos usos das palavras força, Energia e trabalho não são apenas terminológicas, mas conceituais.

### **d) ENERGIA COMO COMBUSTÍVEL**

Outras pesquisas encontraram alunos com idéias de Energia como combustível, com uma perspectiva global e idéias sobre recursos limitados. Solomon (1982, *apud DRIVER et al.*, 1994) identificou nas respostas das crianças relatos para a escassez de Energia no futuro e a necessidade de novas fontes de Energia para procurar atender as necessidades do mundo. Stead (1980, *apud DRIVER et al.*, 1994) destaca que, para muitos alunos, “Energia” era sinônimo de “combustível”, tendo uma noção de que combustível é Energia, raramente que combustível “contém” ou é “uma fonte” de Energia.

Watts & Gilbert (1985, *apud DRIVER et al.*, 1994) descrevem o modelo “funcional” de Energia, em que esta é geralmente um tipo de combustível. A Energia

é associada principalmente com aplicações técnicas: ela não é vista como essencial para todos os processos, mas somente para aqueles que tornam a vida confortável.

Esta categoria de concepção segundo Driver *et al.* (1994) parece estar associada ao conhecimento de senso comum a respeito de um esgotamento futuro das fontes de Energia não-renováveis utilizadas pelo homem. Expressões utilizadas como “crise de Energia” e “conservação de Energia” significam “crise de combustível” e “conservar combustível”, respectivamente. Vale lembrar que a crise dos combustíveis e a busca por fontes alternativas de Energia tiveram destaque na mídia e resultaram em impactos nos currículos escolares.

### **e) ENERGIA COMO FLUIDO, INGREDIENTE OU PRODUTO**

A noção de Energia como um fluido, ingrediente ou produto foi notado por Watts & Gilbert (1985), Gayford (1986), Duit (1987), entre outros. Watts & Gilbert (1985, *apud* DRIVER *et al.*, 1994) identificaram três modelos pelos quais os alunos imaginam Energia:

- O modelo de “transferência de fluxo” em que Energia é pensada como um fluido. A Energia é algo que pode ser contido, dado, conduzido ou transportado. A Energia é pensada como algo que pode fluir de um corpo para outro.
- O modelo de Energia como “ingrediente”. A Energia é vista como um agente reativo em vez de uma causa, deixada dormente dentro dos objetos até que algo a aciona.
- O modelo de Energia como um “produto” da situação. A Energia não é conservada, ela é vista como um produto relativamente de vida-curta que é gerado, é ativado e então desaparece aos poucos.

### **f) A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA**

Outro ponto identificado nas pesquisas 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 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”. 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 subseqüentes.

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, 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 & BORGES, 2006, p.9).

As pesquisas citadas e as estruturas propostas por Watts (1983), Gilbert & Pope (1986), 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. Excetuando-se as categorias “antropocêntrica” e de “atividade”, entre as estruturas propostas por Watts (1983) e Gilbert & Pope (1986), as demais evidenciam características ontológicas que remetem à substancialização da Energia.

As características mais evidentes para a noção de Energia percebidas pelos estudantes, como ser armazenada, fluir de um sistema para 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 Ensino Fundamental.

## **1.2 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS, MUDANÇA CONCEITUAL E 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. Estes 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.

Segundo Coll *et al.* (1998, *apud* NARDI & TEODORO, 2004) as principais características das concepções alternativas podem ser descritas como:

- São construções pessoais;
- Apresentam coerência do ponto de vista do aluno;
- São estáveis e resistentes a mudanças;
- Têm caráter implícito e são descobertas nas atividades ou previsões;
- São compartilhadas por outras pessoas;
- Procuram a utilidade mais do que a verdade.

Driver *et al.* (1999) alertam que os estudantes possuem diversos esquemas de conhecimento utilizados para interpretar os fenômenos do seu dia-a-dia e estão fortemente apoiados na experiência pessoal e na socialização em visão do senso comum. As entidades tidas como reais dentro do discurso do dia-a-dia diferem das entidades da comunidade científica. Observe o esquema (DRIVER *et al.*, 1999):



Senso comum	Ciência
<p>O raciocínio de senso comum tende a ser tácito ou a não ter regras explícitas.</p> <p>O raciocínio do dia-a-dia é caracterizado pelo pragmatismo.</p> <p>As idéias são julgadas por sua utilidade para fins específicos ou em situações específicas.</p>	<p>O raciocínio científico é caracterizado pela formulação explícita de teorias que podem ser comunicadas e inspecionadas à luz da evidência.</p> <p>O processo envolve vários cientistas comunicando-se uns com os outros.</p> <p>Necessidade do conhecimento ser explícito na formulação de uma teoria.</p> <p>A busca científica tem o objetivo adicional de construir um quadro geral e coerente do mundo. O compromisso científico não é satisfeito por modelos situacionalmente específicos, mas por modelos que tenham maior generalidade e escopo.</p>

As distinções entre senso comum e raciocínio científico implicam, segundo Driver *et.al.*, que “aprender ciências requer mais do que desafiar as idéias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes” (DRIVER *et. al.*, 1999, p. 36). Esta aprendizagem deve introduzir os alunos a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo, “é tornar-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento” (ibdem). Os indivíduos precisam, antes que isso possa acontecer, engajar-se num processo pessoal de construção e de atribuição de significados. Dessa maneira, “aprender Ciências envolve tanto processos pessoais como sociais. No plano social, o processo envolve ser introduzido aos conceitos, símbolos e convenções da comunidade científica.” (ibdem). No entanto, tornar-se socializado nas práticas discursivas da comunidade científica não significa abandonar o raciocínio do senso comum, como será argumentando posteriormente.

No campo da pesquisa em Educação em Ciências, o Construtivismo Educacional 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 da linha de pesquisa denominada de Movimento das Concepções Alternativas, o estudo se intensificou e originou um modelo de ensino para lidar com as concepções alternativas dos alunos e transformá-las em conceitos científicos – o modelo de Mudança Conceitual (MORTIMER, 1996).

Existiram diferentes propostas<sup>6</sup> de modelos de Mudança Conceitual. 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 foi proposto por Posner *et al.* (1982), que visava incorporar a aprendizagem piagetiana, o denominado Modelo de Mudança Conceitual. Este modelo tem origem na filosofia das Ciências, influenciado principalmente pela epistemologia de Thomas Khun. Os autores ainda procuraram similaridades 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.

Utilizando a mesma terminologia da teoria de Piaget, o processo de mudança conceitual proposto por Posner *et al.* (1982) apresenta duas fases. A primeira, denominada assimilação, ocorre quando os alunos utilizam suas idéias prévias para interpretar os novos fenômenos propostos. Enquanto a segunda, denominada acomodação, ocorre quando os estudantes percebem que suas concepções iniciais são insuficientes e inadequadas para interpretar o novo fenômeno, reorganizando ou substituindo seus conceitos centrais. Ocorre nesta segunda fase uma mudança radical de concepção.

As condições necessárias para que uma nova concepção possa ser incorporada pelos alunos, ou seja, para que ocorra uma acomodação, são:

- 1) Insatisfação com as concepções existentes - Insatisfação em relação a suas idéias, o aluno deve se convencer de que mudanças parciais não funcionam. A presença de anomalias, uma das características do conjunto de idéias e concepções trazidas pelo aluno, se constitui na principal fonte de insatisfação.
- 2) Uma nova concepção deve ser inteligível - A nova idéia deve fazer sentido para o aluno.

---

<sup>6</sup> Este trabalho apresenta e discute o Modelo de Mudança Conceitual sugerido por Posner *et al.* (1982). Para outras propostas ver:

NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, vol. 11 ( special issue), p. 530-540, 1989.

CAREY, S. *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA, MIT Press, 1985.

CAREY, S. Knowledge acquisition: enrichment or conceptual change. In E. Margolis y S. Laurence (Eds) *Concepts - Core readings*, p. 459-487, Cambridge, MA, MIT Press, 1991.

- 3) Uma nova concepção deve ser plausível - Critérios fundamentais que contribuem para dar plausibilidade inicial a um novo conceito: resolver os problemas conhecidos (as anomalias) e ser consistente com outros conhecimentos do aluno.
- 4) Uma nova concepção deve ser frutífera - Possibilidade de abrir novas áreas de investigação (POSNER *et al.*, 1982).

Fundamentados em dados obtidos a partir de trabalhos realizados na área de Educação em Ciências, vários pesquisadores criticaram o modelo de Posner *et al.* 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, 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'<sup>7</sup>. No processo de aprendizagem de Ciências, os estudantes não estão envolvidos com as fronteiras do conhecimento (MORTIMER, 1996).

Para Greca & Moreira (2002), o problema com este modelo é que ele sugere a mudança conceitual como substituição de uma concepção por outra na estrutura cognitiva do aluno. As concepções alternativas dos estudantes têm significado e funcionalidade para as situações cotidianas, sendo, portanto, resistentes a mudanças.

A idéia de que as pessoas podem exibir diferentes formas de representar a realidade à sua volta, resultando na não ocorrência de mudança conceitual, é então observada e sugerida por diversos pesquisadores, como explicitado a seguir. Solomon (1983a, *apud* NARDI & TEODORO, 2004) alerta que as concepções

---

<sup>7</sup> Processo de socialização das práticas da comunidade científica e de suas formas particulares de pensar e de ver o mundo.

alternativas que os estudantes possuem e sustentam têm origem e são reforçadas no convívio social. Os estudantes estão em constante contato com explicações divergentes dos conceitos científicos. A autora argumenta que não haveria meios para eliminar as concepções alternativas e comenta que os estudantes deveriam ser capazes de pensar e operar em dois diferentes domínios de conhecimento e distinguir entre eles. Para esta perspectiva as concepções alternativas e os conceitos científicos seriam coexistentes. Terrazzan (1994), compartilhando com as idéias de Solomon, adverte que a proposição de troca de conceitos deveria ser substituída pela coexistência dos mesmos.

Scott (1987, *apud* MORTIMER, 2000), ao estudar o desenvolvimento de idéias sobre a matéria, aponta para a não ocorrência de mudança conceitual entre os estudantes.

No lugar de mudança conceitual parece haver um desenvolvimento paralelo de idéias sobre partículas e das idéias já existentes [...]. O desenvolvimento paralelo de idéias resulta em explicações alternativas que podem ser empregadas no momento e situação apropriados. Não há mudança conceitual do tipo referido por Posner *et al.* (1982) como uma acomodação. (SCOTT, 1987, *apud* MORTIMER, 2000, p. 66).

Nussbaum (1989, *apud* MOREIRA & GRECA, 2003) sugere que a mudança conceitual tem um padrão evolutivo, em que cada estudante mantém elementos substanciais da sua concepção enquanto gradualmente incorpora elementos de uma nova concepção. A mudança conceitual é, portanto, evolutiva.

Chi (1991, *apud* MORTIMER, 2000) passa a discutir a possibilidade da coexistência de dois sentidos para o mesmo conceito, os quais devem ser utilizados em contextos apropriados. Wertsch (1991, *apud* MORTIMER, 1996), ao discutir a noção de heterogeneidade, lida com a idéia geral de que numa dada cultura ou num indivíduo possam existir diferentes formas de pensar.

Linder (1993, *apud* MORTIMER, 2000) argumenta que, ao contrário da mudança conceitual que visa a substituição das idéias dos estudantes pelas científicas, a aprendizagem em Ciências deve enfatizar "o esforço de se aumentar a capacidade dos estudantes em distinguir entre concepções apropriadas para cada contexto específico" (LINDER, 1993, *apud* MORTIMER, 2000, p. 70). Driver *et al.*

(1999), defendem a existência de esquemas conceituais plurais, vinculados a contextos específicos.

Em 1993, durante o III Seminário Internacional sobre Concepções Alternativas e Estratégias Educacionais em Ciências e Matemática, Clara Braghiroli (1993, *apud* MOREIRA & GRECA, 2003), argumenta que, à luz da teoria de aprendizagem de Ausubel, concepção alternativa e mudança conceitual são passos normais no processo de aprendizagem e que deve ser considerado como um contínuo que vai desde um estado de organização conceitual para outro de maior hierarquia. Mortimer (1993, *apud* MOREIRA & GRECA, 2003), no mesmo seminário, apresenta um modelo de evolução conceitual, em que admite ser possível utilizar diferentes modos de pensar em diferentes domínios e que uma nova concepção não necessariamente modifique idéias prévias e alternativas. Sugere também que a construção de significados nem sempre ocorre por acomodação de significados prévios, sendo que às vezes pode ocorrer de modo independente.

Inspirado na noção de Perfil Epistemológico proposto por Bachelard (1979) 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 isso, é possível situar as idéias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico (MORTIMER, 1996).

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.

Assim, 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 compartilha algumas características da noção do Perfil Epistemológico, porém, procura acrescentar novos elementos à noção proposta por Bachelard.

Ambas as noções compartilham alguns aspectos, como:

- A hierarquia entre as zonas dos perfis, em que 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.

Tanto o Perfil Epistemológico como o Perfil Conceitual estabelecem uma hierarquia entre as diferentes zonas na construção de conceitos, caracterizada por conter categorias de análise com poder superior às anteriores.

Os novos elementos acrescentados à noção de Perfil Conceitual e ausentes na noção bachelardiana são:

- 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 os conceitos 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.

Chi (1991, *apud* MORTIMER, ano 2000) alerta para o fato de que para os estudantes entenderem conceitos de força, luz, calor e corrente elétrica, eles necessitariam mudar sua ontologia, alterando suas concepções de substancialista para um tipo de evento. Em 1992, a autora apontou as principais dificuldades ontológicas que podem ocorrer na aprendizagem. Dificuldades estas que Mortimer aborda e considera como obstáculos ontológicos. Chi (1992, *apud* AMARAL & MORTIMER, 2001), sugere três categorias que podem descrever as características ontológicas da maioria dos conceitos científicos, que são: matéria ou substância material, eventos e abstrações. A autora afirma que uma mudança de categoria ontológica é uma das principais causas de dificuldade na mudança conceitual no ensino de Ciências.

A aceitação da teoria mecânica do calor representa uma mudança de categoria ontológica ao qual é referido o conceito. Segundo a categorização feita por Chi (1992), o calor pensado como substância pertence à categoria ontológica da matéria. Com a idéia de calor como forma de movimento ou energia, o conceito passa a pertencer à categoria de evento [...]. (AMARAL & MORTIMER, 2001, p. 10).

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.

As pesquisas apresentadas alertam para o fato da resistência e da dificuldade para que ocorra uma mudança conceitual, em que 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, 2000).

Segundo a proposta de Mortimer, os vários conceitos físicos e químicos podem ser relacionados com os seguintes componentes em termos de um perfil:

- Realismo - que é basicamente o pensamento de senso comum.
- Empirismo - ultrapassa a realidade imediata através do uso de instrumentos de medida, mas que ainda não dá conta das relações racionais.
- Racionalismo clássico - os conceitos passam a fazer parte de uma rede de relações racionais.
- Racionalismo moderno - as noções simples da Ciência clássica se tornam complexas e partes de uma rede mais ampla de conceitos.
- Racionalismo contemporâneo - ainda em desenvolvimento - englobaria os avanços mais recentes da Ciência através de estudos sobre a forma, fractais e sistemas não-lineares, que permitem a incorporação de sistemas complexos e/ou caóticos, como reações distantes do equilíbrio, sistemas irreversíveis, etc. (MORTIMER, 1992).

A noção de Perfil Conceitual parte da premissa de que uma pessoa pode ter diferentes formas de pensar em diferentes domínios. Esta noção passou então a fornecer novos elementos para entender a permanência das idéias dos estudantes. Com esta proposta, muda-se a expectativa em relação ao destino destas idéias, uma vez que elas podem conviver com os conceitos e idéias científicas, porém utilizadas cada qual em contextos apropriados.

Os estudos realizados em concepções alternativas podem ser utilizados na determinação das categorias que constituem as diferentes zonas do perfil de determinado conceito. Por exemplo, a substancialização da noção de Energia, associada ao modelo antropocêntrico e de atividade para este conceito caracterizam a primeira zona do Perfil Conceitual para a Energia – o realismo.

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.



### **1.3 A ENERGIA NOS PCNs**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) foram elaborados para atender a necessidade de se construir referências nacionais comuns ao processo educativo em distintas regiões do Brasil. Mesmo assim, os documentos procuram respeitar diversidades regionais, culturais e políticas existentes no país. Pretende-se assim criar condições que possibilitem aos estudantes ter acesso ao conjunto de conhecimentos socialmente elaborados e reconhecidos como necessários ao exercício da cidadania (BRASIL, 1998).

O papel fundamental da educação no desenvolvimento das pessoas e das sociedades amplia-se ainda mais no despertar do novo milênio e aponta para a necessidade de se construir uma escola voltada para a formação de cidadãos. (BRASIL, 1998, p.5).

Para isso, a elaboração dos PCNs contou com a participação de professores e especialistas em educação, tendo a marca de suas experiências e de seus estudos. Entre outros objetivos, os PCNs procuram contribuir para o planejamento das aulas e para análise e seleção do material didático, tornando-se referências nacionais que direta e indiretamente orientaram modificações dos livros didáticos nos últimos anos.

Os conteúdos são apresentados em quatro eixos temáticos, levando-se em conta conceitos, procedimentos e atitudes que compõem o Ensino Fundamental. São apresentados também critérios de avaliação para cada um dos ciclos.

Para o ensino de Ciências no Ensino Fundamental, os PCNs apresentam, como um dos objetivos gerais a serem alcançados pelos alunos ao concluírem esta fase escolar, a utilização de conhecimentos científicos associados, entre outros, à Energia. Entre as capacidades que os alunos devem ter desenvolvido ao término desta fase, temos: “Saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida” (BRASIL, 1998, p.33).

Dividido em quatro eixos temáticos, “Terra e Universo”, “Vida e Ambiente”, “Ser Humano e Saúde” e “Tecnologia e Sociedade”, o conteúdo sugere o tratamento do conceito de Energia nos três últimos eixos com um enfoque diferenciado em

cada. Portanto, não aparece nenhuma indicação explícita ao longo do documento referente ao conceito de Energia no eixo temático “Terra e Universo”.

O eixo temático “Vida e Ambiente”:

Busca promover a ampliação do conhecimento sobre a diversidade da vida nos ambientes naturais ou transformados pelo ser humano, estuda a dinâmica da natureza e como a vida se processa em diferentes espaços e tempos. (BRASIL, 1998, p.42).

Numa abordagem ambiental os conceitos de ecologia são de fundamental importância. Pode-se aqui utilizar conhecimentos das diferentes Ciências, como a Química, Física, Biologia, Geologia, entre outras, evidenciando ainda mais a ecologia como uma área de conhecimento interdisciplinar.

O estudo do fluxo de Energia é sugerido com relação ao meio ambiente como, por exemplo, “os caminhos que a energia solar percorre até a dissipação de calor no planeta” (BRASIL, 1998, p.42). Outra sugestão é o tratamento do fluxo de Energia em conjunto com outros assuntos, como a variação da radiação solar conforme a latitude, a fotossíntese, a respiração celular, as teias alimentares e as transformações de Energia provocadas pelo ser humano.

O eixo temático “Ser Humano e Saúde” tem como orientação “a concepção de corpo humano como um todo, um sistema integrado de outros sistemas, que interage com o ambiente e que reflete a história de vida do sujeito” (BRASIL, 1998, p.45). Como pode ser abordada e reiterada em diversas ocasiões e com diferentes aspectos ao longo de todo o Ensino Fundamental, a abordagem deste eixo temático não deve restringir-se a um único período letivo.

Uma das recomendações deste eixo temático é que o transporte e a transformação de Energia sejam fatores do estudo e da compreensão do desenvolvimento e funcionamento do corpo humano.

No eixo “Tecnologia e Sociedade” discute-se a importância de preparar o aluno para o uso das tecnologias e para discussões sobre os aspectos éticos e ambientais envolvidos na produção e a utilização de produtos tecnológicos diversos. A importância de se ter Energia é comparada à importância de se ter conhecimento e informação nos tempos atuais. A sugestão de abordagem da transformação de Energia é relacionada a temas diversos, como conservação de alimentos, produção de bens de consumo e outras tecnologias. Uma visão mais crítica envolvendo

aspectos sociais, econômicos e políticos acerca da Energia também é uma proposta do referente eixo temático.

### **1.3.1 O conceito de Energia para o quarto ciclo**

Para o último ciclo do Ensino Fundamental, reforça-se a importância do professor pensar sobre os objetivos e conteúdos a serem escolhidos. Durante esta fase escolar, salienta-se a importância dos estudantes refletirem sobre a natureza do conhecimento e do fazer científico e tecnológico – estudos complexos que ganham espaço neste ciclo e que podem ser completados em fases posteriores.

Nas orientações ao longo do documento, tem-se o conceito de Energia relacionado a conhecimentos mais complexos e gerais. Entre os objetivos do quarto ciclo do Ensino Fundamental, o aluno deve desenvolver as capacidades:

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).

Caracterizar as transformações tanto naturais como induzidas pelas atividades humanas, na atmosfera, na litosfera, na hidrosfera e na biosfera, associadas aos ciclos dos materiais e ao fluxo de energia na Terra, reconhecendo a necessidade de investimento para preservar o ambiente em geral e, particularmente, em sua região. (BRASIL, 1998, p.90).

A seguir, descrevemos os alcances dos conteúdos para cada eixo temático, apontando possíveis conexões entre os eixos e destes com os temas transversais, tal como preconiza os PCNs.

#### **a) VIDA E AMBIENTE**

Os estudantes deverão ao término do quarto ciclo:

Ter condições para melhor explicitar diferentes relações entre o ar, a água, o solo, a luz, o calor e os seres vivos, tanto no nível planetário

como local, relacionando fenômenos que participam do fluxo de energia na Terra e dos ciclos biogeoquímicos, principalmente dos ciclos da água, do carbono e do oxigênio. (BRASIL, 1998, p.96).

A natureza do conhecimento científico e tecnológico pode ser melhor compreendida, assim como suas implicações éticas na produção e apropriação desse conhecimento para o indivíduo e para a sociedade (BRASIL, 1998). O quarto ciclo também deve contemplar “estudos dos processos ligados à composição terrestre e aos ciclos dos materiais e fluxo de Energia, sejam de ocorrência natural ou provocados pela ação humana” (BRASIL, 1998, p.98).

Alerta-se ainda para o desafio que é para os alunos compreenderem os fenômenos químicos e bioquímicos, como a combustão, a respiração celular, a fotossíntese, entre outros. Ao se retomar o estudo da fotossíntese neste ciclo:

O professor introduz a noção de que é um conjunto de reações químicas que habilita as células verdes vegetais a sintetizar moléculas de açúcar utilizando energia solar, moléculas de gás carbônico e de água. As moléculas de açúcar podem ser utilizadas imediatamente ou estocadas na forma de amido, cujas moléculas são ainda maiores, compostas de muitas unidades de açúcar. Nos dois tipos de partículas há energia química armazenada. (BRASIL, 1998, p.98-99).

De maneira similar:

A respiração celular pode ser abordada como conjunto de reações químicas, [...] em que oxigênio e certos nutrientes (como o açúcar) são os reagentes, e o gás carbônico e a água são produtos, juntamente com uma energia disponível para o ser vivo. (BRASIL, 1998, p.99).

É chamada a atenção para erros comuns cometidos em sala de aula ao se abordar a fotossíntese como um processo contrário ao da respiração que também é considerado um processo noturno. Outra preocupação presente refere-se à comparação entre combustão e respiração celular, sendo que “ambas as reações [...] permitem a liberação de energia, [mas] diferem totalmente quanto aos níveis de energia e várias outras características” (BRASIL, 1998, p.99).

Cadeias e teias alimentares já tratadas em outros estágios de ensino são retomadas, porém considerando e comparando as diferentes maneiras de obtenção de Energia nos organismos produtores, consumidores e decompositores.

Recomenda-se “a construção de pirâmides alimentares, considerando-se as transferências de substâncias e energia de um nível para outro, bem como a dissipação de energia em cada nível” (BRASIL, 1998, p.99).

Neste eixo o estudo de Ciências também deve ser trabalhado em conexão com os temas transversais “Meio Ambiente e Trabalho” e “Consumo”, como o uso do petróleo e a poluição. Isto deve contribuir na busca da valorização do desenvolvimento sustentável e de uma melhor compreensão dos papéis da Ciência e Tecnologia.

## **b) SER HUMANO E SAÚDE**

Propõe-se neste ciclo a retomada, porém com mais ênfase, do estudo do aproveitamento da Energia dos alimentos. De maneira que se possa ampliar e complementar estudos já realizados das estruturas e funções vitais.

Uma vez compreendido pelos estudantes o papel dos alimentos como fonte de Energia para o corpo, faz-se importante:

[...] destacar o papel do oxigênio no aproveitamento da energia dos alimentos no organismo, em conexão com o eixo temático “Vida e Ambiente”, em que se apresentam e se estudam os ciclos do oxigênio e do carbono na biosfera e alcances na abordagem das transformações das substâncias com alunos do ensino fundamental. (BRASIL, 1998, p.102).

A respiração celular passa a ser enfocada como um processo de obtenção de Energia, inclusive para as plantas que fazem fotossíntese. Os PCNs ressaltam a confusão que ocorre para os processos de fotossíntese e respiração para as plantas. A recomendação é que para se abordar este assunto o professor use gráficos e tabelas, como uma nova oportunidade para que os estudantes possam compreender e comparar os processos de fotossíntese e respiração.

No estudo da sensibilidade de animais sugerem-se investigações sobre os sentidos humanos combinadas com atividades práticas e leituras, buscando conhecer os limites da percepção, as formas de Energia e as substâncias perceptíveis, e como isso se dá nos diferentes órgãos dos sentidos (BRASIL, 1998).

Referente aos níveis de organização das estruturas dos organismos vivos, os PCNs indicam como um importante desafio para este ciclo o reconhecimento do

nível celular (BRASIL, 1998). A obtenção de Energia como processo comum nos organismos uni e pluricelulares deve mostrar aos alunos que a Energia também está presente em sistemas microscópicos.

### **c) TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

Este eixo propõe o aprofundamento do conhecimento dos sistemas tecnológicos com maior impacto social e ambiental. Recursos naturais em sua diversidade devem ser trabalhados em conexão com o eixo temático Vida e Ambiente, onde temas transversais, como Trabalho, Consumo e Meio Ambiente devem ter espaço de discussão apontando, por exemplo, sobre desenvolvimento sustentado (BRASIL, 1998).

Também é preciso evidenciar o fato de seres humanos intercederem em ciclos naturais, o que leva a “alterações profundas na biosfera e à criação de novas necessidades nas sociedades humanas, como a recuperação de ambientes degradados e a reciclagem de materiais” (BRASIL, 1998, p.108).

Destaca também que a compreensão do que é um recurso natural muda de acordo com a evolução do conhecimento técnico-científico e da evolução das formas de produção. Um exemplo é a pecuária, que já teve interesse energético (tração animal de arados, engenhos, o transporte de pessoas e de cargas, a gordura animal na iluminação e esterco seco como combustível) e hoje tem papel predominantemente como fonte de alimentação e de matéria-prima.

O crescimento da população do mundo aliado à evolução tecnológica altera as necessidades que governam a intervenção humana sobre o meio ambiente. Por exemplo, as construções de barragens hidrelétricas que inundam grandes áreas, garantem recursos a grandes concentrações de pessoas, mas com custos às condições de vida e à obtenção de outros recursos, como a água potável (BRASIL, 1998).

Conteúdos abordados em ciclos anteriores podem ser retomados com este enfoque, como por exemplo, as causas e os efeitos da poluição, as fontes e transformações de energia, entre outros.

Outra sugestão importante associada ao conceito de Energia refere-se:

A comparação do funcionamento das hidrelétricas com as termoelétricas (vapor aquecido pela queima de combustível, no lugar de queda-d.água), com o funcionamento das termonucleares (vapor aquecido por reações nucleares) proporciona estudos de diferentes conteúdos. Está em pauta a discussão sobre as transformações das formas de energia, sua origem, os recursos tecnológicos necessários às transformações. Com especial interesse, são enfocados os problemas de impacto ambiental ligados aos diferentes modos de obter energia, tema que pode ser trabalhado com auxílio de interpretação e debate de artigos de jornal e revistas de circulação nacional, enfocando-se casos específicos de inundação para construção de barragens, vazamento de material radiativo e os riscos que representam ao ambiente e à saúde do ser humano. (BRASIL, 1998, p. 109).

Entre os conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes neste eixo temático associados ao conceito de energia, destacamos:

Compreensão de processos de recuperação e degradação de ambientes por ocupação urbana desordenada, industrialização, desmatamento, inundação para construção de barragem ou mineração, cotejando custos ambientais e benefícios sociais, valorizando a qualidade de vida. (BRASIL, 1998, p.111).

Investigação de processos de extração e produção de energia e substâncias obtidas por diferentes tecnologias tradicionais ou alternativas, sua transformação na indústria de produção de bens, valorizando a preservação dos recursos naturais. (BRASIL, 1998, p.111).

Compreensão das relações de mão dupla entre as necessidades sociais e a evolução das tecnologias, associada à compreensão dos processos de transformação de energia e de materiais, valorizando condições de saúde e qualidade de vida. (BRASIL, 1998, p. 111).

#### **d) CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA O QUARTO CICLO**

O documento lembra que o processo amplo de avaliação envolve muitos outros fatores que vão além dos critérios que iremos destacar. Estes critérios de avaliação devem indicar as aprendizagens básicas para o quarto ciclo associadas e/ou relacionadas ao conceito de Energia dentro do conjunto de metas que os norteia. Vale lembrar que estas aprendizagens associam conceitos, procedimentos e valores em processos específicos da sala de aula. Ao serem utilizados como

subsídio para orientar as avaliações deve-se adequá-los à situação concreta de sala de aula (BRASIL, 1998).

Entre os critérios de avaliação para o quarto ciclo, temos:

Interpretar processo de recuperação ou de degradação em ambiente da sua região ou em local distante, utilizando conhecimentos sobre exploração de recursos naturais e interferência do ser humano nos ciclos naturais. (BRASIL, 1998, p.112).

Comparar exemplos de utilização de tecnologias em diferentes situações culturais, avaliando o papel da tecnologia no processo social e explicando as transformações de matéria, energia e vida. (BRASIL, 1998, p.113).

A compreensão e a identificação do fluxo de energia em situações divulgadas na mídia são processos sugeridos para a avaliação da aprendizagem. O aluno também deverá ser capaz de reconhecer processos onde há transformações de Energia. Outro ponto a ser avaliado refere-se à capacidade dos alunos em organizarem as etapas de transformação de matéria e de Energia ao explicarem as diferentes tecnologias especificamente estudadas.

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



## **CAPÍTULO 2: A ENERGIA E O LIVRO DIDÁTICO**

Neste capítulo apresentamos as principais características da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977) e as etapas realizadas para preparação do material, desde a escolha dos livros didáticos a serem analisados até a elaboração das categorias de análise.

O capítulo destina-se também à análise dos livros didáticos. Inicialmente realizamos uma contagem freqüencial da palavra Energia em função da distribuição dos conteúdos, com o objetivo de verificar a concentração de utilização do conceito por disciplinas e assuntos tratados nos livros didáticos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Após esta contagem, descrevemos a abordagem realizada em cada livro didático para o conceito de Energia, afim de caracterizar as obras investigadas e verificar se há uma evolução para este conceito nos livros ao longo dos anos, uma vez que temos políticas públicas importantes, como os PCNs e PNLD, surgidas entre os anos objetos de análise.

Além disso, analisamos os trechos transcritos a partir das categorias de análise sugeridas ao final do capítulo anterior. O objetivo é verificar se os livros analisados agem no sentido de reforçar os principais indicativos apontados nas pesquisas em concepções alternativas sobre a noção de Energia, como a tendência de substancialização, ou se tendem a promover uma evolução no Perfil Conceitual, noção discutida no capítulo 1 deste trabalho.

### **2.1 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. Bardin (1977) define este método como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 1977, p.42).

Como Oliveira *et al.* (2003), acreditamos que o uso da Análise de Conteúdo na área da educação se configura como um procedimento confiável para atingir as linhas mestras de um texto, em nosso caso a noção de Energia nos livros didáticos de Ciências.

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, com a construção do conhecimento por aqueles que a utilizam – os alunos.

Enquanto analista nossa intenção é dupla, como:

Compreender o sentido da comunicação (como se fosse o receptor formal), mas também e principalmente desviar o olhar para uma outra significação, uma outra mensagem entrevista através ou ao lado da mensagem primeira. A leitura efetuada pelo analista, do conteúdo das comunicações não é, ou não é unicamente, uma leitura 'à letra', mas antes o realçar de um sentido que se encontra em segundo plano. Não se trata de atravessar significantes para atingir significados, à semelhança da decifração normal, mas atingir através de significantes ou de significados (manipulados), outros 'significados'[...]. (BARDIN, 1977, p.41).

Portanto, a Análise de Conteúdo enquanto técnica nos auxiliará a identificar a significação da noção de Energia nos livros analisados.

### **2.1.1 A escolha do livro didático**

Para efetuarmos a opção do livro didático a ser analisado, verificamos os Guias de Livros Didáticos de “5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries<sup>8</sup>” do Ensino Fundamental, para os anos

---

<sup>8</sup> Atuais 6º a 9º anos do Ensino Fundamental. Os Guias de Livros Didáticos utilizam a denominação antiga.

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. 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, 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. Os quadros com os guias de livros didáticos de 1999, 2002, 2005 e 2008, respectivamente, estão no anexo I.

Baseando-se no critério mencionado para seleção da obra a ser analisada – autor(es) com maior frequência de recomendação – podemos perceber que os livros didáticos dos autores Carlos Barros & Wilson Roberto Paulino (editora Ática) 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. Os demais autores ou não aparecem num dos guias e/ou numa das séries do guia de 1999.

Um outro fato que merece destaque nestes objetos de análise é 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 outro autor – Wilson Paulino.

Sendo assim, os livros didáticos de Ciências para o 9º ano do Ensino Fundamental, de autoria de Carlos Barros e Carlos Barros & Wilson Paulino, com publicações posteriores ao ano de 1985, dentro de nosso critério de escolha, é a coleção foco de nosso estudo.

A escolha da coleção a ser analisada foi determinada *a priori*. Ao visitarmos as escolas já tínhamos o universo de livros demarcados. Porém, precisávamos encontrá-los. Um trabalho minucioso de “garimpo” nas bibliotecas das escolas.

Para a seleção e coleta dos livros didáticos a serem analisados, visitamos cinco escolas públicas estaduais de Florianópolis - SC, uma escola pública federal

desta mesma cidade e uma escola pública estadual de Curitiba - PR. Nos apresentamos aos diretores e/ou coordenadores das escolas, explicando os principais objetivos de nosso trabalho e solicitando o acesso às bibliotecas destas instituições.

Das sete escolas visitadas tivemos acesso a cinco bibliotecas para empréstimo dos livros. Em uma das instituições visitadas a biblioteca estava fechada, pois o responsável pela mesma estava afastado de suas atividades. Em outra instituição de ensino fomos alertados pelo diretor que a biblioteca não disponibilizava material (consulta ou empréstimo) para a comunidade. Porém, as dificuldades encontradas ao longo desta etapa foram compensadas pelo auxílio e presteza dos outros bibliotecários, coordenadores e/ou diretores que nos atenderam.

### **2.1.2 Organizando o material**

Com o 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 regras<sup>9</sup> preconizadas por Bardin (1977). Para atendermos a estes requisitos, durante a consulta às bibliotecas das instituições de ensino visitadas, procedíamos da seguinte forma:

- 1) Seleção entre os livros de Ciências os de autoria de Carlos Barros e Carlos Barros & Wilson Paulino.
- 2) Separação dentre os livros selecionados na etapa (1) os do 9º ano do Ensino Fundamental.
- 3) Descarte dos livros com edições anteriores a 1985, entre os selecionados na etapa (2).

---

<sup>9</sup> Regras da exaustividade, representatividade, homogeneidade e de pertinência. Ver BARDIN (1977, p. 97-98).

- 4) Seleção de livros distintos para análise. Para tal, comparávamos os conteúdos dos livros de diferentes anos, edições e/ou impressões e elegíamos um representante para análise entre os livros iguais.

Na tabela 1, apresentamos um resumo das obras consultadas na etapa (4) para seleção do material de análise.

As cores foram utilizadas para representar livros publicados em diferentes anos e/ou edições, porém com a mesma abordagem. Ou seja, cores iguais indicam livros também iguais.

	9º ano
Ano	Edição
1985	16 <sup>a</sup>
1986	18 <sup>a</sup>
1987	20 <sup>a</sup>
1988	
1989	
1990	
1991	
1992	
1993	34 <sup>a</sup>
1994	
1995	37 <sup>a</sup>
1996	
1997	51 <sup>a</sup> 43 <sup>a</sup>
1998	45 <sup>a</sup>
1999	
2000	48 <sup>a</sup>
2001	1 <sup>a</sup>
2002	2 <sup>a</sup>
2003	
2004	2 <sup>a</sup> 1 <sup>a</sup>
2005	
2006	59 <sup>a</sup>
2007	

**Tabela 1:** Livros didáticos, dos autores mencionados no item (1) da página anterior, consultados na etapa (4) para seleção do material de análise.

A seguir, apresentamos na tabela 2 a relação dos livros do 9º ano do Ensino Fundamental a serem analisados.

<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 – 1ª impressão. São Paulo: Ática, 2002.
<b>2006</b>	BARROS, C. & PAULINO, W. Física e Química. 59ª edição – 1ª impressão. São Paulo: Ática, 2006.

**Tabela 2:** Livros didáticos do 9º ano do Ensino Fundamental submetidos à análise.

Uma vez realizada a escolha dos livros iniciou-se à preparação do material. Segundo Bardin (1977), esta deve ocorrer antes da análise propriamente dita.

Tratar o material é codificá-lo. A codificação corresponde a uma transformação – efetuada segundo regras precisas – dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, [...], permite atingir uma representação do conteúdo, ou da expressão, suscetível de esclarecer ao analista acerca das características do texto, que podem servir de índices [...]. (BARDIN, 1977, p.103).

Bardin preconiza que a organização da codificação, numa pesquisa qualitativa e categorial (parte de nossa análise), compreende algumas escolhas, nas quais destacamos:

- O recorte: escolha das unidades;
- A classificação e a agregação: escolha das categorias.

Quais os elementos do texto a se considerar? Como efetuar o recorte dos textos? Buscando elucidar estas questões, procuramos identificar nossas unidades de registro. “A unidade de registro é a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando à categorização e à contagem freqüencial.” (BARDIN, 1977, p.104). Pode ainda, segundo esta autora, ser de natureza e dimensões variadas. “Reina uma certa ambigüidade no concernente aos critérios de distinção das unidades de registro.” (ibdem).

Efetuamos nossos recortes inicialmente em nível lingüístico, localizando ao longo dos conteúdos dos livros a denominação “Energia” e seus correlatos, como “Calor”. Porém, “o tema é a unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado segundo certos critérios relativos à teoria que serve de guia à leitura.” (BARDIN, 1977, p.105).

Berelson (1971) define tema como:

Uma afirmação acerca de um assunto. Quer dizer, uma frase, ou uma frase composta, habitualmente um resumo ou uma frase condensada, por influência da qual pode ser afetado um vasto conjunto de formulações singulares. (BERELSON, 1971, *apud* BARDIN, 1977, p.105).

Na análise temática, procura-se descobrir e evidenciar os ‘núcleos de sentido’ que compõem a comunicação, em nosso caso, o conceito de Energia nos livros didáticos de Ciências.

Com base nestes pressupostos, 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 foram todas transcritas<sup>10</sup>. 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 necessidade de identificar o contexto em que essa noção estava inserida, na tentativa de nos aproximarmos do real sentido suscitado em sua leitura.

Referente às co-ocorrências, vale lembrar que estas são proporcionais às dimensões do material a ser analisado, como número de livros e páginas. Neste trabalho, todos os trechos acerca da noção de Energia foram transcritos e analisados, independentemente do número de co-ocorrências.

A preparação do material (livros didáticos), com a respectiva edição, ou seja, transcrições dos trechos que continham a denominação Energia e suas manifestações encontram-se no anexo II<sup>11</sup> ao final deste trabalho.

---

<sup>10</sup> Para os livros de 1985 e 1987 efetuamos apenas as transcrições contendo a denominação Energia. Nos demais livros, as passagens contendo a denominação calor também foram transcritas.

<sup>11</sup> Devido ao elevado número de páginas, as transcrições dos livros encontram-se em *Compact Disc* (CD).

### 2.1.3 As categorias de análise

A categorização é um processo que se caracteriza por:

[...] uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias, são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos. (BARDIN, 1977, p. 117).

Dentre os critérios<sup>12</sup> propostos por Bardin (1977), adotamos o de classificação semântico, através de categorias temáticas, para realização de nossa classificação a partir das unidades de registro e posterior análise. Para a classificação das unidades de registro transcritas dos livros, fez-se necessária a investigação do que cada uma tem em comum com as outras.

Para fazer uso da análise de conteúdo na codificação de nosso material – os livros didáticos – elaboramos um sistema de categorias. 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.” (BARDIN, 1977, p.119).

O processo de categorização realizado neste trabalho ocorrerá 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), Gilbert & Pope (1986), 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

---

<sup>12</sup> Semântico, sintático, léxico e expressivo. Ver BARDIN (1977, p. 117-118).



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 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 permitirão a identificação dos trechos transcritos nesta categoria, como: Um corpo tem 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.

**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.

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

**DEGRADAÇÃO (DEG)** – A Energia degrada-se, 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.

## **2.2 A DENOMINAÇÃO “ENERGIA” AO LONGO DOS LIVROS**

Para contabilizarmos a frequência de utilização da denominação Energia ao longo dos livros, transcrevemos as passagens em que está explícita a noção. Após a transcrição desses trechos, efetuamos uma contagem por frequência da denominação Energia por unidades, independentemente do contexto, assim como frases similares ou equivalentes. O objetivo é caracterizar a distribuição ao longo de cada livro e o índice de ocorrência nos diferentes conteúdos estudados na última série do Ensino Fundamental.

Como nossa preocupação central refere-se à utilização da noção de Energia ao longo dos diferentes conteúdos, não contabilizamos as citações encontradas na seção de exercícios e/ou atividades propostas aos alunos. Porém, as denominações Energia presentes em títulos, subtítulos, legendas de figuras e textos complementares foram contabilizadas.

Diferentemente dos livros de 1985 e 1987, nos demais (1993, 1997, 2002 e 2006) também foram transcritos e contabilizados todos os trechos contendo a denominação Calor, uma vez que esta é uma manifestação da Energia e aparece inúmeras vezes ao longo dos livros.

### **2.2.1 O livro de Ciências de 1985**

O livro de 1985<sup>13</sup> é dividido em duas partes, destinadas ao estudo da Química e Física, respectivamente. Os conteúdos, a respectiva frequência de utilização da palavra Energia e o número de páginas de cada seção são distribuídos ao longo da obra conforme a tabela 3.

---

<sup>13</sup> BARROS, C. Química e Física: 1ª grau. 16ª edição. São Paulo: Ática, 1985.

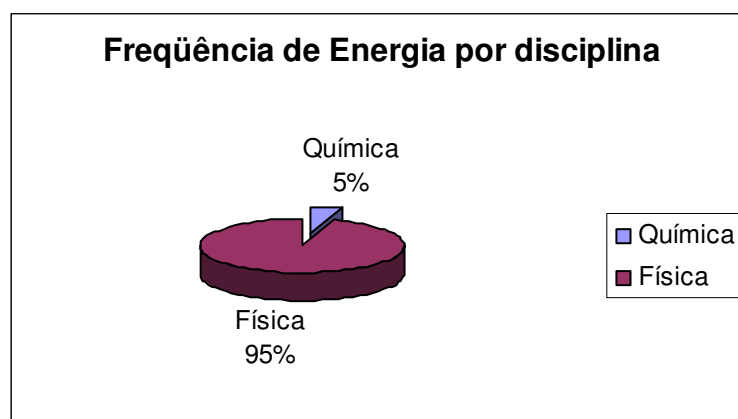
<b>Parte I – Química</b>	<b>Energia</b>	<b>Nº pág.</b>
Introdução	0	2
<b>Unidade 1 – A matéria</b>		
Introdução	0	2
A matéria é formada de átomos	4	2
Arranjos entre átomos – N <sup>o</sup> atômico e n <sup>o</sup> de massa	0	3
Os estados físicos da matéria	0	2
Mudanças de estado da matéria	0	4
A matéria apresenta propriedades	0	6
<b>Unidade 2 – Arranjos dos átomos e íons</b>		
Substâncias simples e compostas	0	2
Os elementos químicos	0	2
A linguagem dos símbolos	0	4
Classificação periódica dos elementos	0	3
<b>Unidade 3 – A formação das substâncias</b>		
As ligações químicas	0	5
As fórmulas das substâncias	0	3
<b>Unidade 4 – As funções químicas</b>		
Os ácidos e as bases ou hidróxidos	0	4
Os sais e os óxidos	0	4
<b>Unidade 5 – Misturas e combinações</b>		
Características das misturas e das combinações	0	2
As misturas e seus processos de fracionamento	0	4
Combinações ou reações químicas	0	5
<b>Parte II – Física</b>		
Introdução	7	2
<b>Unidade 6 – A força</b>		
Estudo da força	0	3
Sistemas de forças	0	3
<b>Unidade 7 – O movimento</b>		
O movimento e seus fatores	0	2
Os movimentos retilíneos	0	2
Força e movimento	0	4
<b>Unidade 8 – A gravidade</b>		
A queda dos corpos	0	3
Centro de gravidade de um corpo	0	2
<b>Unidade 9 – O trabalho e as máquinas</b>		
O trabalho	0	3
As máquinas	0	5
<b>Unidade 10 – A energia e suas transformações</b>		
Introdução	44	3
O estudo das ondas	3	5
Som	2	5
Calor	7	9
Luz, espelhos, lentes e prismas	3	10
Magnetismo, o estudo dos ímãs	0	4
A movimentação dos elétrons produz eletricidade	8	11
Instrumentos e aparelhos eletromagnéticos	0	4
Normas de segurança ao lidar com eletricidade	0	3

Acidentes com eletricidade	0	4
<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>146</b>

**Tabela 3:** Distribuição dos conteúdos e a frequência da denominação Energia no livro de 1985.

Podemos perceber a abordagem hegemônica acerca desta noção na unidade 10, destinada especificamente ao estudo de Energia. Com exceção da unidade 1 – **A Matéria** e a **Introdução** ao estudo da Física, o conceito simplesmente não é mencionado nas demais. Mesmo a unidade 10 sendo específica para o estudo da Energia e suas transformações, a utilização desta denominação predomina na introdução.

Ao efetuarmos a contagem por disciplina, verifica-se a predominância da noção de Energia no estudo da Física.



**Gráfico 1:** Frequência da denominação Energia por disciplinas no livro de 1985.

### 2.2.2 O livro de Ciências de 1987

O próximo livro submetido à análise – de 1987<sup>14</sup> – também se divide em duas partes principais: Química e Física. Como na obra anterior, neste livro o autor opta por iniciar os estudos a partir dos conceitos químicos e apresenta pouquíssimas mudanças em relação à obra de 1985.

O autor mantém os mesmos conteúdos tratados anteriormente, mas organiza a distribuição dos assuntos exclusivamente a partir de capítulos principais. Temas

<sup>14</sup> BARROS, C. Química e Física: 1ª grau. 20ª edição. São Paulo: Ática, 1987.

que antes formavam as subunidades ou unidades secundárias passam agora a formar unidades principais. Na tabela 4, ilustramos a organização dos conteúdos, a respectiva contabilização da denominação de Energia e o número de páginas por unidades principais.

		<b>Energia</b>	<b>Nº pág.</b>
<b>Q U Í M I C A</b>	Introdução	0	1
	I – A matéria é formada de átomos	4	2
	II – Arranjos entre átomos – N <sup>o</sup> atômico e n <sup>o</sup> de massa	0	3
	III – Os estados físicos da matéria	0	2
	IV – Mudanças de estado da matéria	0	4
	V – A matéria apresenta propriedades	0	5
	VI – Substâncias simples e compostas	0	2
	VII – Os elementos químicos	0	4
	VIII – Classificação periódica dos elementos	0	3
	IX – As ligações químicas	0	5
	X – As fórmulas das substâncias	0	4
	XI – O uso das substâncias nas indústrias	0	3
	XII – Os ácidos e as bases ou hidróxidos	0	4
	XIII – Os sais e os óxidos	0	4
	XIV – Características das misturas e das combinações	0	2
	XV – As misturas e seus processos de fracionamento	0	4
	XVI – Combinações ou reações químicas	0	4
	XVII – Fatores que influenciam as reações químicas	0	2
XVIII – Leis das combinações (conservação da massa)	0	3	
<b>F Í S I C A</b>	Introdução	7	2
	I – Estudo da força	0	3
	II – Sistemas de forças	0	3
	III – O movimento e seus fatores	0	5
	IV – Aprenda a trabalhar com gráficos	0	3
	V – Massa, força e aceleração	0	4
	VI – Newton e a Lei da Gravitação	0	3
	VII – Centro de gravidade de um corpo	0	2
	VIII – O trabalho	0	3
	IX – As máquinas	0	6
	X – Manifestações e transformações da energia	44	2
	XI – O estudo das ondas	3	5
	XII – O som	2	5
	XIII – O calor	7	8
	XIV – Luz, espelhos, lentes e prismas	3	10
	XV – Magnetismo, o estudo dos ímãs	0	4
	XVI – A movimentação dos elétrons produz eletricidade	8	10
	XVII – Instrumentos e aparelhos eletromagnéticos	0	3
XVIII – Normas de segurança ao lidar com eletricidade	0	4	
	<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>146</b>

**Tabela 4:** Conteúdos abordados no livro de 1987 e a distribuição da denominação Energia por unidades.

No livro de 1985, a utilização da denominação de Energia apareceu em três momentos distintos: na unidade 1 – **A Matéria**, na **Introdução** ao estudo da Física e na unidade 10 – **A Energia e suas transformações**. No livro de 1987, apesar da aparente reestruturação dos conteúdos, a utilização explícita da palavra Energia manteve-se a mesma. São elas: Na unidade I – **A matéria é formada de átomos**, na **Introdução** ao estudo da Física e nos capítulos X, XI, XII, XIII XIV e XVI, que antes (no livro de 1985) estavam agrupados numa única unidade (Unidade 10).

Ao analisarmos a freqüência da palavra Energia por disciplina, obtemos uma distribuição igual ao livro anterior. (Vide gráfico 1).

### 2.2.3 O livro de Ciências de 1993

O livro de 1993<sup>15</sup>, também anterior ao advento dos PCNs, apresenta algumas mudanças em relação aos livros anteriores (1985 e 1987). A obra continua sendo fragmentada em duas partes principais, mas diferentemente das edições analisadas anteriormente, destina a primeira parte dos estudos abordando conteúdos de Física e, na segunda parte, conteúdos da Química. Vale lembrar que a partir desta publicação foram transcritos ainda todos os trechos contendo a denominação Calor.

A tabela 5 apresenta a disposição e a seqüência dos conteúdos abordados, a respectiva freqüência com que as palavras Energia e Calor são utilizadas e o número de páginas, por capítulos principais.

---

<sup>15</sup> BARROS, C. Física e Química. 34ª edição. São Paulo: Ática, 1993.

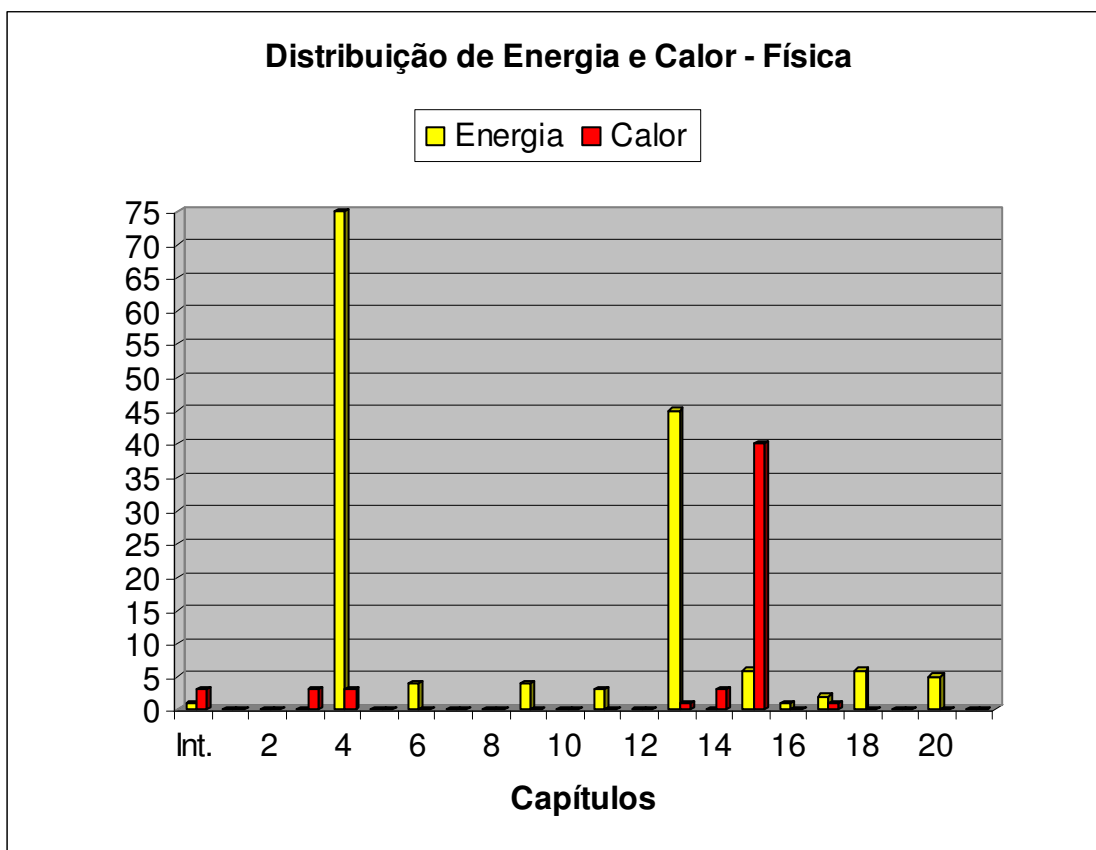
		Energia	Calor	Nº de páginas
	Introdução	1	3	1
FÍSICA	1 – Conhecendo a matéria	0	0	2
	2 – Propriedades da matéria	0	0	4
	3 – Os estados físicos da matéria	0	3	5
	4 – Matéria e energia	75	3	3
	5 – O movimento e seus fatores	0	0	7
	6 – Estudo da força	4	0	5
	7 – Sistemas de forças	0	0	3
	8 – Massa, força e aceleração	0	0	7
	9 – Newton e a Lei da Gravitação	4	0	5
	10 – Centro de gravidade de um corpo	0	0	3
	11 – O trabalho	3	0	3
	12 – As máquinas	0	0	7
	13 – A energia e sua medida	45	1	5
	14 – Temperatura: sua medida e seus efeitos	0	3	5
	15 – O calor e sua medida	6	40	4
	16 – O estudo das ondas	1	0	4
	17 – O som	2	1	3
	18 – Luz: reflexão e refração	6	0	5
	19 – Luz: espelhos e lentes	0	0	4
	20 – A eletricidade	5	0	8
	21 – Magnetismo e eletromagnetismo	0	0	5
QUÍMICA	1 – A matéria é formada de átomos	3	0	3
	2 – Identificação do átomo	0	0	3
	3 – Arranjos entre átomos	0	0	3
	4 – Substâncias simples e compostas	1	0	4
	5 – Os elementos químicos	0	2	4
	6 – Classificação periódica dos elementos	2	0	6
	7 – As ligações químicas	1	0	7
	8 – As fórmulas das substâncias	1	0	4
	9 – O uso das substâncias na indústria	0	1	4
	10 – Funções químicas: ácidos e bases	0	0	7
	11 – Funções químicas: os sais e os óxidos	0	0	4
	12 – Características das misturas e das combinações	0	0	4
	13 – As misturas e seus processos de fracionamento	0	1	6
	14 – Combinações ou reações químicas	0	0	5
	15 – Fatores que influenciam as reações químicas	3	0	3
	16 – Leis das combinações (conservação da massa)	0	0	5
<b>Total</b>		<b>163</b>	<b>58</b>	<b>170</b>

**Tabela 5:** Conteúdos abordados no livro de 1993 e a distribuição da denominação Energia e Calor por unidades.

Tópicos apresentados nas edições anteriores dentro da disciplina de Química, como **Conhecendo a Matéria**, **Propriedades da Matéria** e os **Estados Físicos da Matéria**, encontram-se nesta edição no início das unidades destinadas ao estudo da

Física. Nos livros mais recentes – pós 1993, estes conteúdos encontram-se numa unidade denominada de Conceitos Básicos de Física e Química.

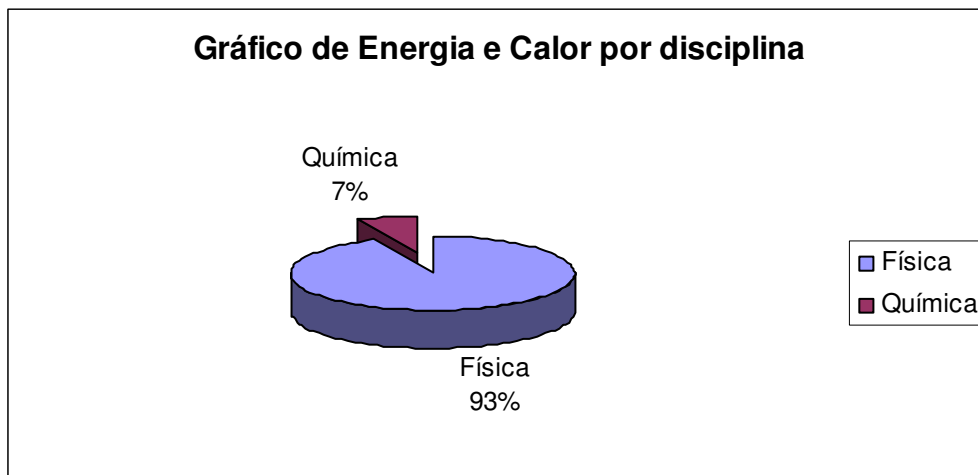
O gráfico 2 mostra a distribuição da denominação Energia e Calor nos capítulos destinados à Física.



**Gráfico 2:** Distribuição da denominação Energia por capítulos da unidade de Física do livro de 1993.

Podemos perceber a concentração da abordagem de Energia e Calor nos capítulos destinados ao seu estudo – Capítulos 4 e 13 para a Energia e Capítulo 15 para o Calor. Quando analisamos a distribuição destas denominações por disciplinas, obtemos os mesmos índices percentuais, embora o número de utilização de cada denominação seja diferente.





**Gráfico 3:** Distribuição das denominações Energia e Calor por disciplinas do livro de 1993.

#### 2.2.4 O livro de Ciências de 1997

Ao contrário das três obras anteriormente analisadas, este livro (1997<sup>16</sup>) é escrito em parceria com outro autor – Wilson Paulino – e divide-se em três unidades principais.

Os livros anteriores apresentavam a distribuição dos conteúdos divididos nas disciplinas de Física e Química. Neste, além das unidades destinadas ao estudo da Física e Química, os autores iniciam a apresentação dos conteúdos a partir de uma unidade destinada a conceitos julgados básicos de Física e Química. Esta estrutura prevalece até os livros atuais, porém, como veremos na seqüência deste trabalho, mudam alguns conceitos eleitos como básicos ao estudo da Física e Química nas obras posteriores.

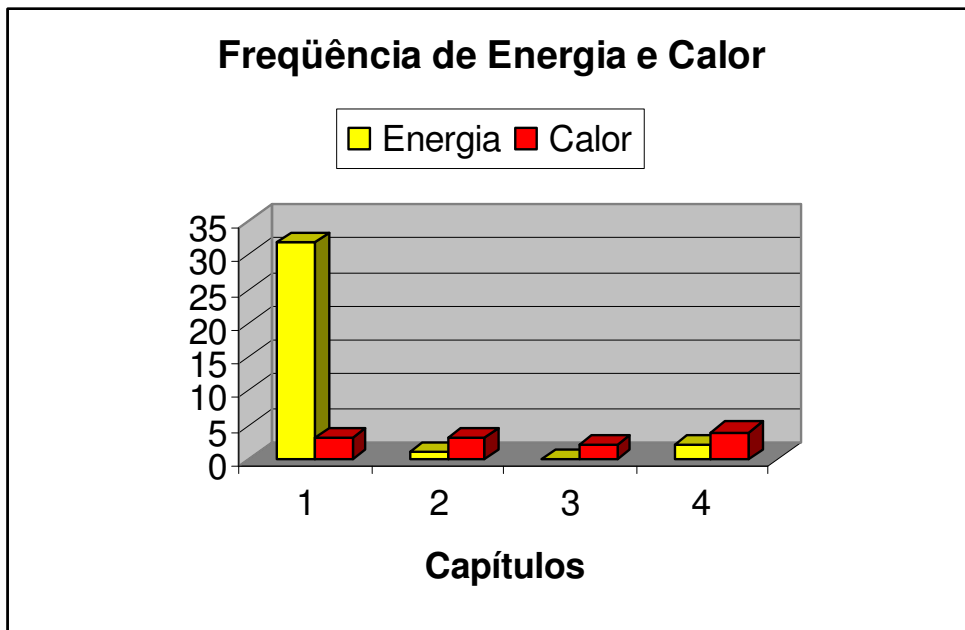
A tabela 6 mostra a distribuição dos conteúdos, a respectiva contagem da utilização da denominação dos termos Energia e Calor e o número de páginas, por capítulos principais.

<sup>16</sup> BARROS, C. & PAULINO, W. Física e Química. 43ª edição. São Paulo: Ática, 1997.

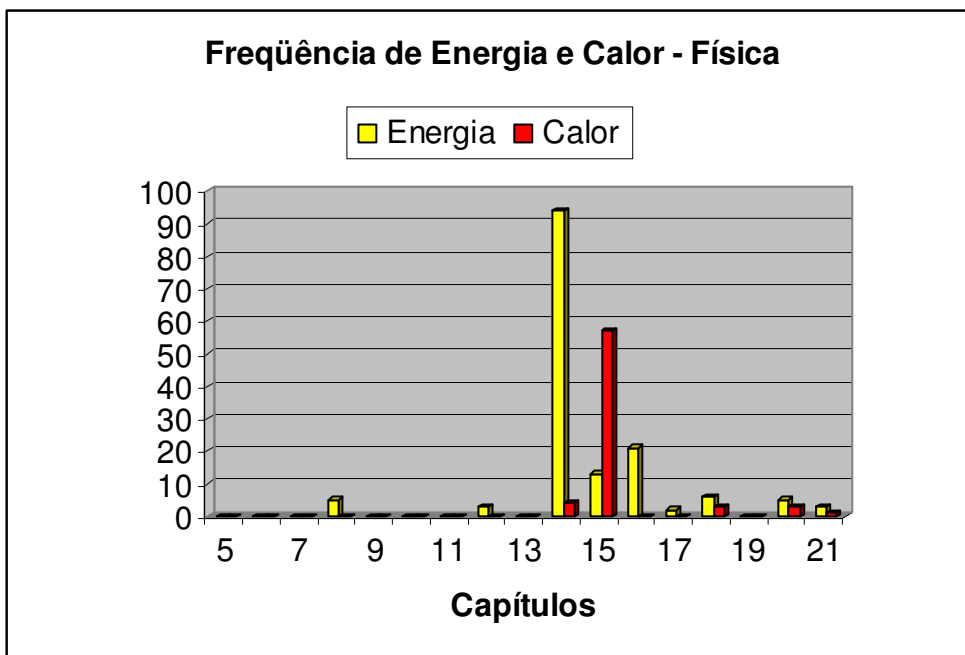
		Energia	Calor	Nº de páginas
	<b>Conceitos Básicos de Física e Química</b>			
	1 – A matéria	32	3	6
	2 – As transformações físicas e químicas da matéria	1	3	4
	3 – Os estados físicos da matéria	0	2	6
	4 – As propriedades da matéria	2	4	6
	5 – Conceitos básicos de cinemática	0	0	5
	6 – Os primeiros passos do movimento	0	0	6
	7 – Movimentos retilíneos	0	0	8
	8 – Força	5	0	7
	9 – Sistemas de forças	0	0	4
	10 – As leis de Newton	0	0	7
	11 – A lei de gravitação universal	0	0	8
<b>F</b>	12 – Trabalho e potência	3	0	5
<b>Í</b>	13 – As máquinas e o trabalho	0	0	11
<b>S</b>	14 – A energia e o trabalho	94	4	8
<b>I</b>	15 – O calor	13	57	10
<b>C</b>	16 – As ondas	21	0	9
<b>A</b>	17 – O som	2	0	8
	18 – A luz	6	3	6
	19 – Instrumentos ópticos	0	0	10
	20 – A eletricidade	5	3	14
	21 – O magnetismo	3	1	7
	22 – O átomo: sua estrutura e sua identificação	9	0	10
	23 – Os elementos químicos	4	1	7
<b>Q</b>	24 – Classificação dos elementos químicos	1	0	8
<b>U</b>	25 – As ligações químicas	1	0	7
<b>Í</b>	26 – As substâncias	1	3	5
<b>M</b>	27 – Misturas e combinações	0	0	4
<b>I</b>	28 – Os processos de fracionamento de misturas	0	1	7
<b>C</b>	29 – As fórmulas químicas	0	0	4
<b>A</b>	30 – As substâncias em nossa vida	0	1	7
	31 – Funções químicas: ácidos e bases	0	0	6
	32 – Funções químicas: sais e óxidos	0	0	4
	33 – Reações químicas	3	0	5
	34 – Leis de reações químicas	0	0	3
	<b>Total</b>	<b>206</b>	<b>86</b>	<b>232</b>

**Tabela 6:** Distribuição dos conteúdos no livro de 1997 e a frequência de utilização das denominações Energia e Calor por capítulos.

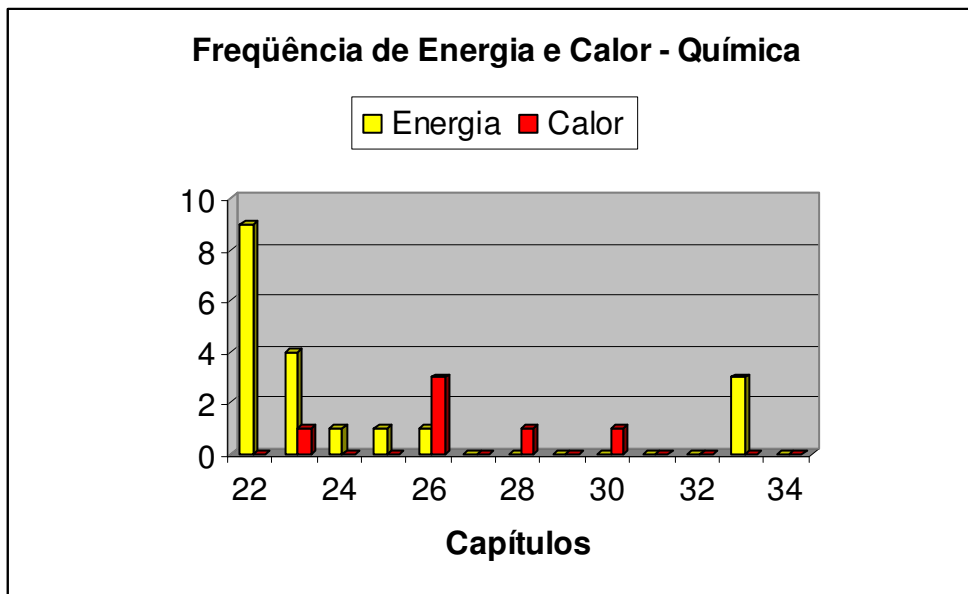
Os gráficos a seguir mostram estas distribuições por unidades principais.



**Gráfico 4:** Distribuição das denominações Energia e Calor por capítulos da unidade de Conceitos Básicos do livro de 1997.



**Gráfico 5:** Distribuição das denominações Energia e Calor por capítulos da unidade de Física do livro de 1997.

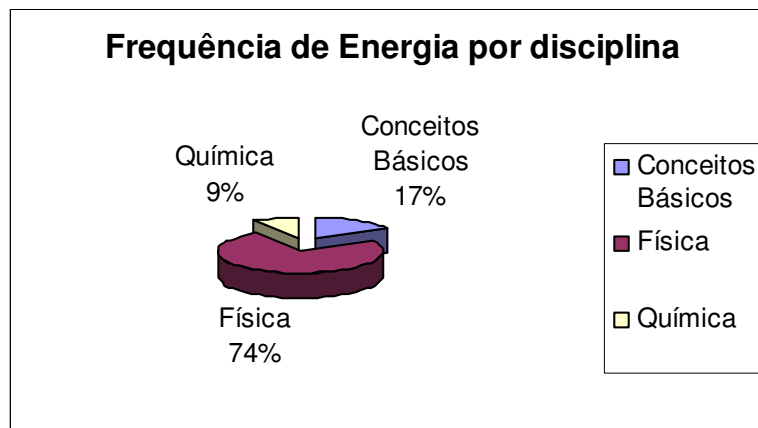


**Gráfico 6:** Distribuição das denominações Energia e Calor por capítulos da unidade de Química do livro de 1997.

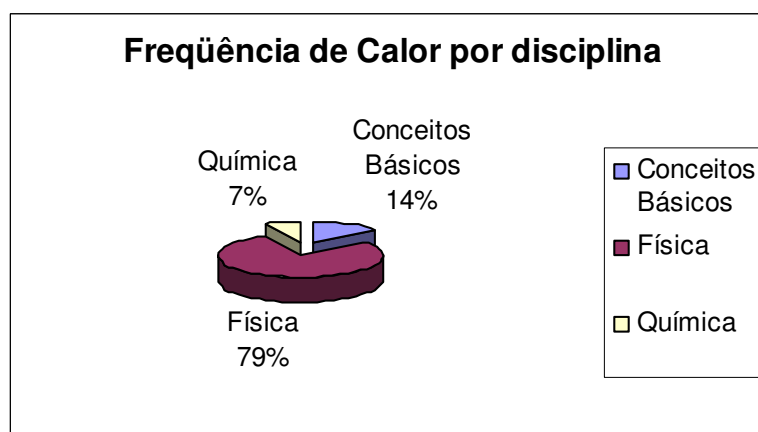
Percebemos a utilização do conceito de Energia principalmente no capítulo de abertura do livro (capítulo 1 – **A Matéria**) e no capítulo destinado especificamente ao seu estudo (capítulo 14 – **Energia e Trabalho**). Aparece também, com maior evidência em relação às obras anteriores, nos capítulos destinados ao estudo do Calor e das Ondas, capítulos 15 e 16, respectivamente.

O conceito de Calor, apresentado no capítulo inicial como uma forma de Energia, é utilizado hegemonicamente no capítulo 15, específico para seu estudo. Nos demais, esta noção aparece poucas vezes.

Na distribuição dos conceitos de Energia e Calor por unidades principais – Conceitos Básicos de Física e Química, o estudo da Física e o estudo da Química - obtemos:



**Gráfico 7:** Distribuição da denominação Energia por unidades principais do livro de 1997.



**Gráfico 8:** Distribuição da denominação Calor por unidades principais do livro de 1997.

Comparando com as análises anteriores, podemos perceber uma diminuição no percentual de utilização destes conceitos na Física, resultando num aumento em sua utilização na Química e na unidade destinada ao estudo dos Conceitos Básicos (não existente nos livros de 1985, 1987 e 1993). Isto se deve principalmente à redistribuição dos conteúdos. O livro de 1993, por exemplo, apresenta dentro da seção de Física o capítulo destinado ao estudo da **Matéria e Energia** – agora deslocado para o início do livro, na unidade de Conceitos Básicos. Outro fator responsável por esta alteração é a inclusão de novos textos de leituras complementares, muitos contendo a denominação Energia e/ou Calor. As alterações percentuais ilustradas nos gráficos 7 e 8 não são resultantes de mudanças significativas na maneira de abordar os assuntos estudados.

## 2.2.5 O livro de Ciências de 2002

O livro de 2002<sup>17</sup> apresenta a mesma estrutura do livro anteriormente analisado – está dividido em três unidades principais, destinadas ao estudo de Conceitos Básicos de Física e Química, o estudo da Física e o estudo da Química. Porém, há mudanças na distribuição dos conteúdos que compõem cada unidade. Conteúdos antes presentes na unidade da Química – **Substâncias Puras e Misturas e Separação de Misturas em Substâncias Puras** – são deslocados para a unidade de Conceitos Básicos.

O quadro a seguir mostra a disposição dos conteúdos abordados no livro, a correspondente distribuição das denominações Energia e Calor e o número de páginas.

		Energia	Calor	Nº pág.
	1 – MATÉRIA E ENERGIA	66	8	11
	2 – AS MEDIÇÕES E AS PRINCIPAIS UNIDADES DE MEDIDA	4	2	9
	3 – A MATÉRIA, SUAS PROPRIEDADES E TRANSFORMAÇÕES	0	1	10
	4 – SUBSTÂNCIAS PURAS E MISTURAS	0	1	12
	5 – SEPARAÇÃO DE MISTURAS EM SUBSTÂNCIAS PURAS	2	1	11

	6 – FÍSICA: UMA CIÊNCIA MUITO ESPECIAL	4	1	8
	7 – CINEMÁTICA I: O ESTUDO DO MOVIMENTO COM VELOCIDADE CONSTANTE	0	0	11
	8 – CINEMÁTICA II: O ESTUDO DO MOVIMENTO COM VARIAÇÃO DE VELOCIDADE	0	0	11
	9 – AS LEIS DE NEWTON	0	0	14
<b>F</b>	10 – OUTRAS FORÇAS QUE ATUAM SOBRE OS CORPOS	1	1	14
<b>Í</b>	11 – O TRABALHO DAS MÁQUINAS	0	0	14
<b>S</b>	12 – ENERGIA	119	2	11
<b>I</b>	13 – TEMPERATURA	11	20	11
<b>C</b>	14 – CALOR	33	75	10
<b>A</b>	15 – ONDAS	23	3	11
	16 – O SOM	9	0	11
	17 – LUZ	5	0	11
	18 – INSTRUMENTOS ÓPTICOS	0	0	13
	19 – ELETROSTÁTICA	4	2	11
	20 – ELETRODINÂMICA	10	3	11
	21 – MAGNETISMO	7	1	9

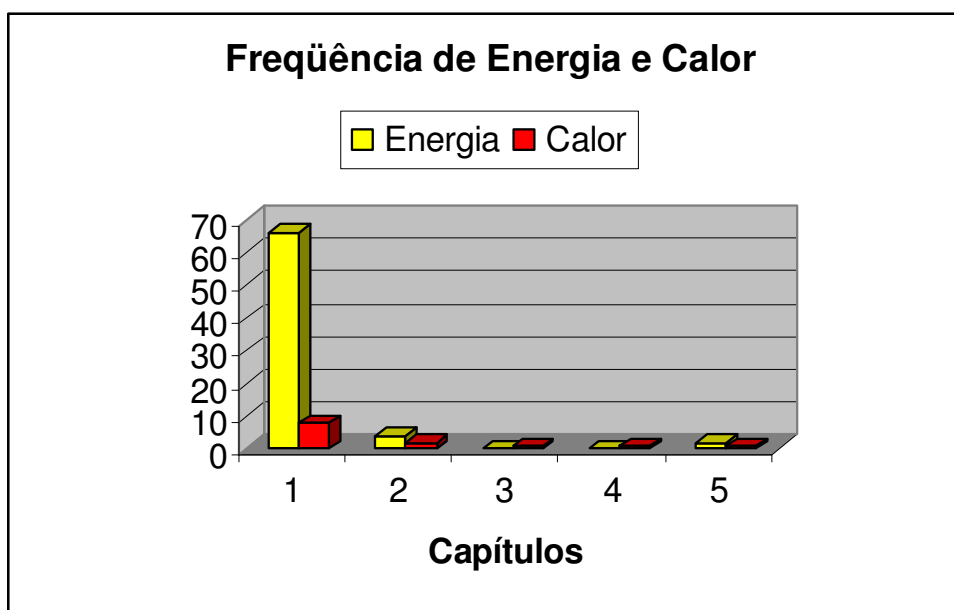
<sup>17</sup> BARROS, C. & PAULINO, W. Física e Química. 2ª edição. São Paulo: Ática, 2002.

<b>Q</b>	22 – O ÁTOMO: ESTRUTURA E IDENTIFICAÇÃO	16	0	10
<b>U</b>	23 – A TABELA PERIÓDICA	3	0	9
<b>Í</b>	24 – AS LIGAÇÕES QUÍMICAS	0	1	7
<b>M</b>	25 – FUNÇÕES QUÍMICAS	0	0	6
<b>I</b>	26 – ÁCIDOS E BASES	0	0	9
<b>C</b>	27 – ÓXIDOS	0	0	8
<b>A</b>	28 – REAÇÕES QUÍMICAS	2	1	11
	29 – LEIS DE REAÇÕES QUÍMICAS	0	0	5
	<b>Total</b>	<b>319</b>	<b>123</b>	<b>299</b>

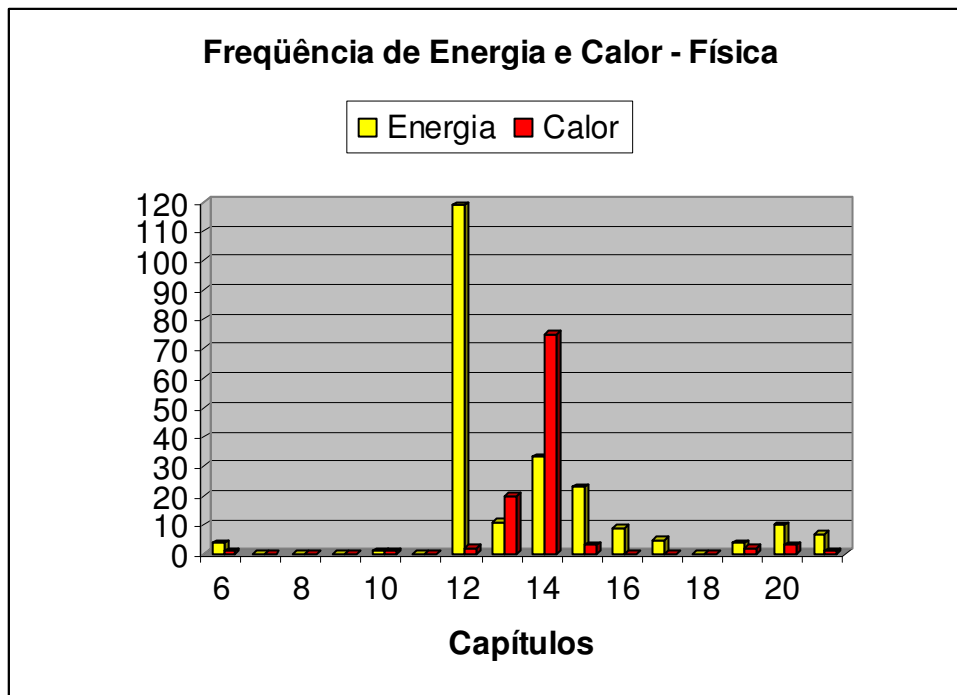
**Tabela 7:** Distribuição dos conteúdos no livro de 2002 e a frequência de utilização das denominações Energia e Calor por capítulos.

A frequência de utilização da Energia concentra-se em dois capítulos. O primeiro, destinado à introdução desta noção, e o capítulo 12, específico para seu estudo. Podemos perceber também um aumento na utilização desta noção nos capítulos de estudo do Calor, Ondas, Som e Eletrodinâmica.

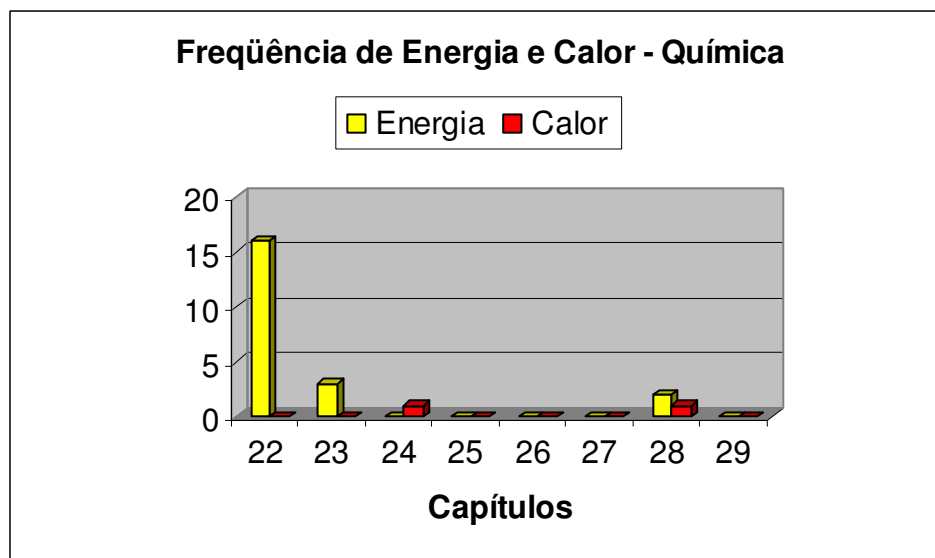
Os gráficos a seguir mostram a distribuição das denominações Energia e Calor por capítulos que constituem o livro.



**Gráfico 9:** Distribuição da denominação Energia e Calor por capítulos da unidade de Conceitos Básicos do livro de 2002.



**Gráfico 10:** Distribuição da denominação Energia e Calor por capítulos da unidade de Física do livro de 2002.



**Gráfico 11:** Distribuição da denominação Energia e Calor por capítulos da unidade de Química do livro de 2002.

O índice de utilização do conceito de Energia no estudo da Química é pouco expressivo nos diferentes livros analisados. Os índices associados à unidade de Conceitos Básicos e Física variam principalmente entre si. O percentual de utilização da noção de Energia diminui na Física, o que acarreta um aumento na utilização



desta noção ao longo da abordagem dos Conceitos Básicos, especificamente no capítulo de abertura destinado ao estudo da **Matéria e Energia** (capítulo 1).

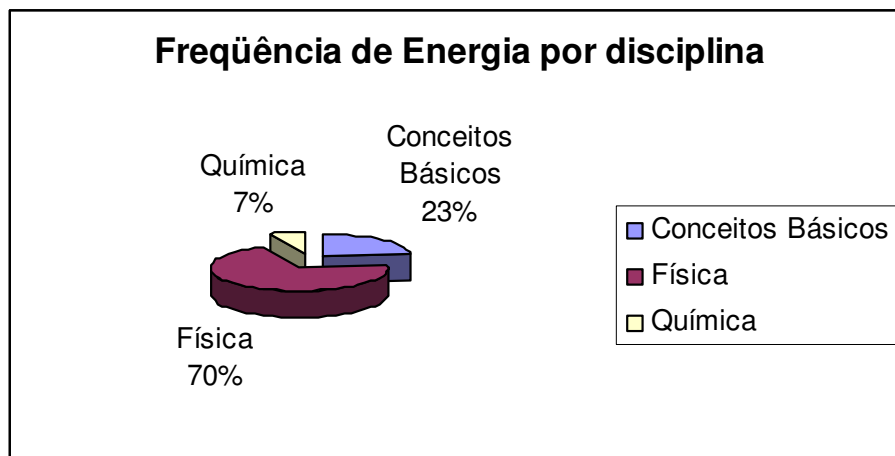


Gráfico 12: Distribuição da denominação Energia por unidades principais do livro de 2002.

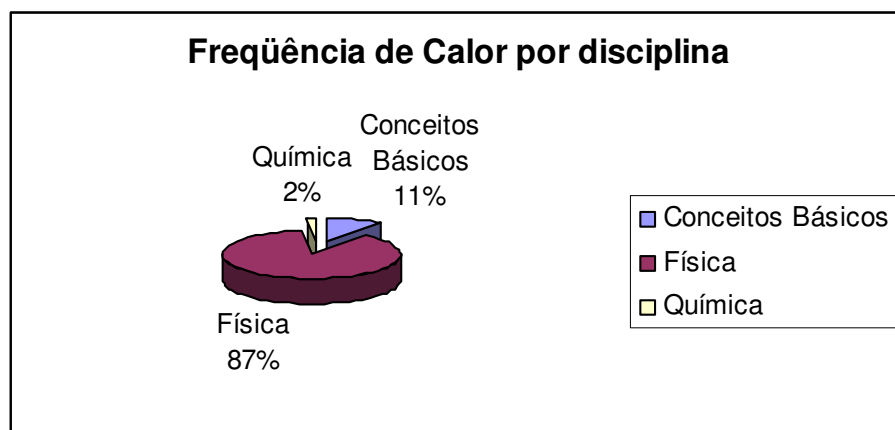


Gráfico 13: Distribuição da denominação Calor por unidades principais do livro de 2002.

## 2.2.6 O livro de Ciências de 2006

O livro de 2006<sup>18</sup> apresenta uma nova reestruturação na distribuição dos conteúdos. Alguns assuntos, como **Substâncias e Misturas** – anteriormente abordados na unidade de Conceitos Básicos, são deslocados para unidade de estudo de Química, como estava nos livros de 1985, 1987, 1993 e 1997.

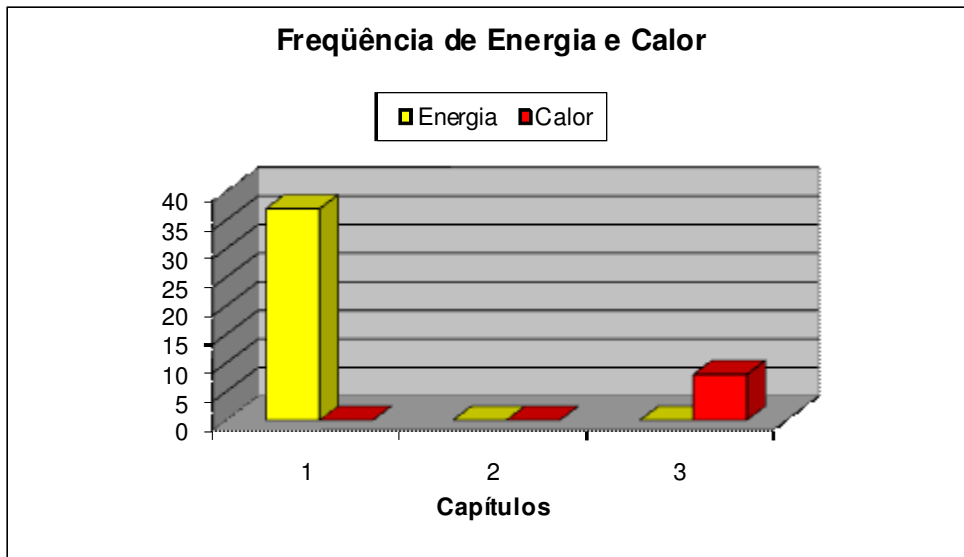
<sup>18</sup> BARROS, C. & PAULINO, W. Física e Química. 59ª edição. São Paulo: Ática, 2006.

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

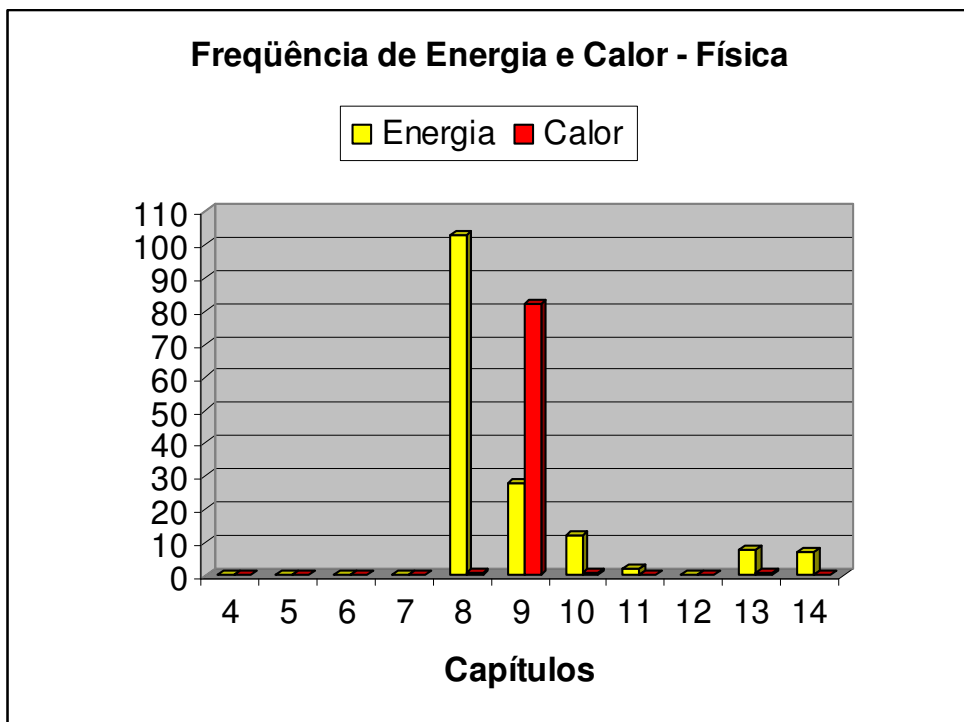
No quadro a seguir apresentamos a distribuição dos conteúdos por unidades principais, assim como a frequência de utilização das noções de Energia e Calor.

		<b>Energia</b>	<b>Calor</b>	<b>Nº de páginas</b>
	1 - MATÉRIA E ENERGIA	36	0	9
	2 - MEDIÇÕES E UNIDADES DE MEDIDA	0	0	7
	3 - MATÉRIA: ESTADOS FÍSICOS E PROPRIEDADES	0	7	12
<b>FÍSICAS</b>	4 - O MOVIMENTO	0	0	14
	5 - AS LEIS DE NEWTON	0	0	14
	6 - A GRAVITAÇÃO UNIVERSAL	0	0	11
	7 - O TRABALHO DAS MÁQUINAS	0	0	15
	8 - ENERGIA MECÂNICA	103	1	11
	9 - TEMPERATURA E CALOR	28	82	18
	10 - AS ONDAS E O SOM	12	1	16
	11 - AS ONDAS E A LUZ	2	0	12
	12 - INSTRUMENTOS ÓPTICOS	0	0	14
	13 - ELETRICIDADE	8	1	16
	14 - MAGNETISMO	7	0	9
<b>QUÍMICAS</b>	15 - O ÁTOMO: ESTRUTURA E IDENTIFICAÇÃO	16	0	9
	16 - A TABELA PERIÓDICA DOS ELEM. QUÍMICOS	0	0	8
	17 - AS LIGAÇÕES QUÍMICAS	0	0	7
	18 - SUBSTÂNCIAS E MISTURAS	0	0	9
	19 - FUNÇÕES QUÍMICAS: ÁCIDOS E BASES	0	0	10
	20 - FUNÇÕES QUÍMICAS: SAIS E ÓXIDOS	0	0	8
	21 - REAÇÕES QUÍMICAS	0	0	9
	<b>Total</b>	<b>212</b>	<b>92</b>	<b>238</b>

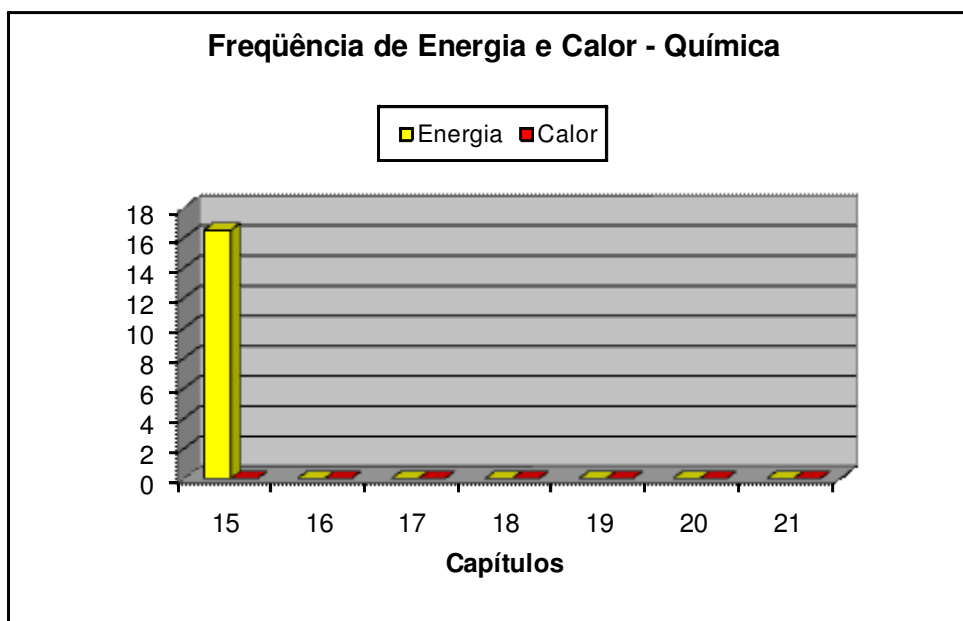
**Tabela 8:** Distribuição dos conteúdos no livro de 2006 e a frequência de utilização das denominações Energia e Calor por capítulos.



**Gráfico 14:** Distribuição das denominações Energia e Calor por capítulos da unidade de Conceitos Básicos do livro de 2006.

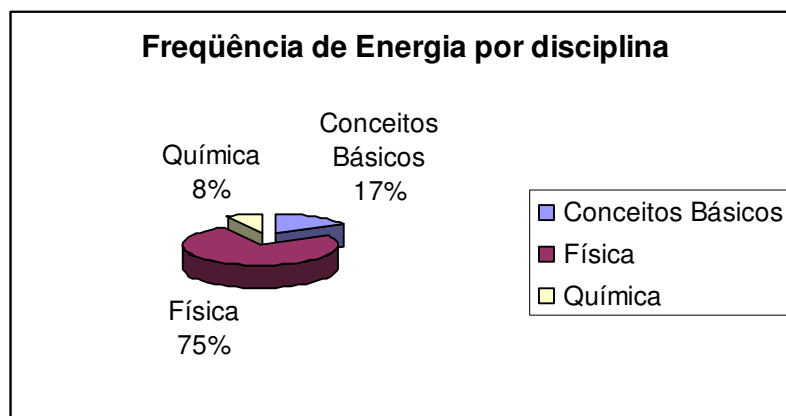


**Gráfico 15:** Distribuição da denominação Energia e Calor por capítulos da unidade de Física do livro de 2006.

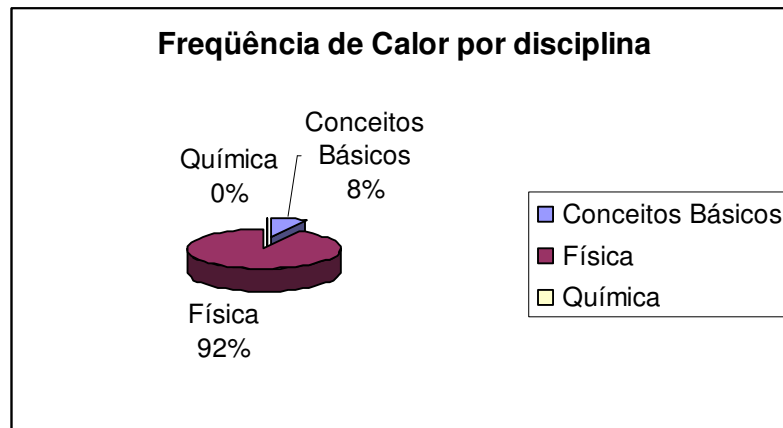


**Gráfico 16:** Distribuição da denominação Energia e Calor por capítulos da unidade de Química do livro de 2006.

Nos gráficos 17 e 18 apresentamos esta distribuição apenas em função das unidades principais.



**Gráfico 17:** Distribuição da denominação Energia por unidades principais do livro de 2006.



**Gráfico 18:** Distribuição da denominação Calor por unidades principais do livro de 2006.

Os livros analisados destinam à última série do Ensino Fundamental o estudo dos conceitos físicos e químicos. A estrutura de organização dos conteúdos é praticamente a mesma ao longo das diferentes edições e a abordagem do conceito de Energia é predominante no estudo da Física. Mesmo delimitado a um universo físico, o enfoque maior se dá no(s) capítulo(s) específico(s) para seu estudo.

Ao longo das diferentes edições, a abordagem do conceito de Energia sofre um deslocamento em direção ao início do livro, tanto que nas últimas duas edições está presente na unidade denominada de Conceitos Básicos de Física e Química. Quanto aos demais conceitos eleitos básicos, parece não haver consenso entre os autores investigados sobre quais devem constar nesta unidade (ver tabelas 6,7 e 8).

## **2.3 A NOÇÃO DE ENERGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS AO LONGO DE DUAS DÉCADAS**

### **2.3.1 Os livros de Ciências de 1985 e 1987**

Descreveremos as abordagens realizadas pelos livros de 1985 e 1987 sobre a noção de Energia conjuntamente, uma vez que são muito semelhantes e apresentam pouquíssimas diferenças entre si.

Os livros têm seus conteúdos distribuídos em duas partes principais, destinadas aos estudos dos conceitos químicos e físicos. O livro de 1985 começa com uma introdução que diferencia fenômenos químicos, físicos e biológicos. Entre os exemplos apresentados pelo autor para distinguir os tipos de fenômenos aparecem as noções de Calor e Eletricidade. Como um dos exemplos de fenômeno físico, temos: “Uma barra de ferro, quando aquecida, dilata-se e aumenta de tamanho. Quando retiramos a fonte de calor, a barra de ferro volta ao seu tamanho primitivo.” (BARROS, 1985, p. 5). Como exemplo de fenômeno biológico, o autor destaca: “Para a galinha chocar ovos é preciso calor (fenômeno físico), embora esse calor seja produzido por seu próprio corpo.” (ibdem, p.6).

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

Na introdução da unidade destinada ao estudo da Física, o autor afirma que o aluno “[...] vai estudar que a matéria possui energia, que pode manifestar-se sob a forma de eletricidade, calor, som, luz e magnetismo.” (BARROS, 1985, p.66). Utilizando como exemplo o automóvel, o autor cita conceitos que serão estudados em Física, inclusive o de Energia. Esta noção é apresentada a partir de suas formas e, com base em alguns exemplos, o autor tenta evidenciar a transformação da Energia.

[...] a energia elétrica produzida pela bateria transforma-se em:

- Energia cinética (dá a partida do motor do carro);
- Energia sonora (o som produzido pela buzina);
- Energia luminosa (a luz dos faróis).

Em outras palavras, a energia pode transformar-se de uma espécie em outra. (BARROS, 1985, p. 67).

Os inícios dos capítulos destinados ao estudo da Energia, para os livros de 1985 e 1987, são diferentes. No livro de 1985, partindo de ilustrações de uma bateria, um estilingue, uma serra circular e uma rede de alta tensão, o autor afirma que todos eles possuem Energia, pois podem produzir trabalho. O enfoque dado refere-se à “definição” de Energia como “capacidade de produzir trabalho” (BARROS, 1985, p.95), em que o autor afirma que: “Corpos que podem produzir

trabalho possuem energia” (ibdem). No livro de 1987, esta definição de energia deixa de aparecer, porém, o autor a utiliza ao abordar energia cinética, “[...] ela é energia de movimento e que o corpo que possui energia cinética produz trabalho.” (BARROS, 1987, p.114).

O exemplo do estilingue arremessando uma pedra e uma segunda situação, agora um vaso sobre uma mesa, são utilizados para abordar a noção de Energia potencial e Energia cinética - sempre associada à capacidade de realizar trabalho. “A serra circular em movimento tem energia cinética. Realiza o trabalho de cortar a madeira.” (BARROS, 1985, p. 95). “O liquidificador em movimento tem energia cinética que realiza o trabalho de triturar os alimentos.” (BARROS, 1985, p. 96).

O tópico destinado à conservação da Energia inicia assim:

A Lei da Conservação da Energia afirma que: A energia não pode ser criada nem destruída.

Os cientistas que estudaram a Lei de Conservação da Energia concluíram que a energia é eterna. Acredita-se que existe hoje, no Universo, tanta energia quanto há milhões de anos atrás.

Embora a energia não possa ser destruída, pode ser transformada de uma espécie em outra. (BARROS, 1985, p. 97).

Na tentativa de evidenciar a transformação da Energia, o autor recorre ao exemplo já citado anteriormente, do automóvel, e cita o funcionamento de um chuveiro elétrico.

Certamente você já tomou banho em um chuveiro elétrico. Por que a água fica aquecida?

A energia elétrica que chega até a resistência do chuveiro aquece a água. A energia elétrica transforma-se em **energia calorífica**. (BARROS, 1985, p. 97, grifo nosso).

Quando comparamos os livros de 1985 e 1987, uma das modificações entre as duas edições refere-se à inserção de um parágrafo presente no livro de 1987 que procura responder a seguinte questão: Como é produzida a Energia elétrica?

A energia elétrica é produzida por uma hidrelétrica, que depende da energia mecânica da água. É esta energia mecânica que vai movimentar as turbinas, para que os geradores produzam a energia elétrica. Essa energia sai da hidrelétrica e chega até nossas casas através de uma rede de fios. (BARROS, 1987, p.102).

## CONSIDERAÇÕES

A distribuição dos conteúdos em duas partes distintas – Química e Física – contribui para que o aluno perceba os diferentes conceitos, como a noção de Energia, de maneira a não inter-relacionar fenômenos. Assuntos como Movimento, Trabalho, Gravidade, Máquinas, Formação de Substâncias, entre outros, são tratados de maneira isolada, sem relacioná-los à Energia e suas manifestações.

A forma de abordagem de alguns temas reforça tal fragmentação, como: “Tanto os prótons quanto os elétrons possuem carga elétrica. **Embora você só vá estudar eletricidade na parte da Física**, convém guardar esta idéia básica: a carga de um elétron comporta-se de maneira contrária à carga de um próton”. (BARROS, 1985, p.10, grifo nosso). Abordagens como essa fazem com que conceitos fundamentais e presentes em diferentes campos de estudo pareçam distintos. No livro de 1987 a situação é modificada, com a eliminação da frase em destaque.

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

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

Ao solicitar que os alunos observem com atenção figuras, como esta a seguir, o autor leva a concluir que, quando aquecemos uma substância, o movimento de suas moléculas aumenta.





**Figura 19:** Ilustração presente no livro de 1985 no estudo de Mudanças de Estado da Matéria

O aluno é induzido a acreditar que a única maneira de se alterar o estado de agregação das moléculas de um corpo é através de uma fonte de Calor – fato que pode dificultar estudos posteriores, em que a variação da pressão não pode ser desconsiderada. Na introdução ao estudo da Física, o autor salienta ainda que a matéria pode “passar de um estado para outro pelo aumento ou diminuição da temperatura” (BARROS, 1985, p. 66). Novamente a influência da pressão na mudança de estados físicos não é enfocada.

Outra incoerência na figura anterior é que o autor não informa que se trata de um modelo para representar a movimentação das moléculas, além do termo “aquecer” ser utilizado pelo autor no sentido de aumento de temperatura. O livro de 1987 não utiliza a figura ilustrada anteriormente, porém, não esclarece o significado da tal pressão normal. Apenas no livro de 1993, que será discutido na seqüência deste trabalho, o significado deste conceito é apresentado sucintamente aos alunos.

As ilustrações dos livros, como a figura 19 e outras que serão mostradas na seqüência deste trabalho, não são de boa qualidade e não apresentam legenda explicativa, não favorecendo a compreensão dos conteúdos.

Na unidade de introdução à Física, o autor utiliza novamente o exemplo do automóvel para evidenciar algumas transformações de Energia e citar alguns conceitos que serão estudados.

[...] a energia elétrica produzida pela bateria transforma-se em:

- Energia cinética (dá a partida do motor do carro);
- Energia sonora (o som produzido pela buzina);
- Energia luminosa (a luz dos faróis). [...]

Todos os fenômenos citados – o movimento do carro, a **força do motor**, seu calor, a luz dos faróis, o som da buzina e a eletricidade

produzida pela bateria – são objetos de estudo da física. (BARROS, 1985, p. 67, grifo nosso).

Como o autor estava explicitando transformações de Energia, os fenômenos citados neste último trecho podem ser confundidos como manifestações da Energia, principalmente o conceito de “força do motor”. Inúmeras pesquisas em concepções alternativas, conforme já mencionado neste trabalho, apontam para a não distinção entre força e Energia por parte dos alunos das mais distintas idades. Há ainda o fato da expressão “força do motor” sugerir que a grandeza física força seja algo inerente ao corpo, no caso o motor. Fato que também acontece com a expressão “seu calor”, como se o calor fosse algo contido no motor e não uma forma de dissipação de Energia.

A unidade 10 do livro de 1985 e a unidade X do livro de 1987, exclusivas para o estudo da Energia e suas manifestações, estão entre as mais breves dos livros. Isto não implica que número de páginas e quantidade de conteúdos sejam medidas associadas à qualidade de abordagem dos conceitos, mas aponta para a pouca preocupação na construção de conceitos acerca da noção de Energia.

O enfoque dado nestas unidades se refere à “definição” de Energia como “capacidade de produzir trabalho” (BARROS, 1985, p.95). Pesquisas (SEVILLA SEGURA, 1986; DUIT (1981a, 1987); ANGOTTI, 1991) apontam para a fragilidade de tal definição, principalmente por restringir o conceito exclusivamente ao campo da mecânica. Entre os exemplos utilizados, citamos: “A serra circular em movimento tem energia cinética. **Realiza o trabalho de cortar a madeira.**” (BARROS, 1985, p. 95, grifo nosso). “O liquidificador em movimento tem energia cinética que **realiza o trabalho de triturar os alimentos.**” (BARROS, 1985, p. 96, grifo nosso). O trabalho de cortar a madeira e de triturar os alimentos se aproxima, em nossa leitura e interpretação, mais às idéias de senso comum do que da noção científica de trabalho.

Ambas as edições apresentam a Lei da Conservação da Energia como algo dogmático, dando a falsa impressão aos leitores que este é um princípio elaborado por gênios, durante surtos de inspiração. “A Lei da Conservação da Energia afirma que: A energia não pode ser criada nem destruída. Os cientistas que estudaram a Lei de Conservação da Energia concluíram que a energia é eterna.” (BARROS, 1985, p. 97). Concluíram baseados em quê? Quais cientistas? Como obtiveram os

principais resultados? A maneira como o conceito de Energia é abordado, partindo diretamente das formas de Energia, pode dar a impressão aos leitores que esta é uma noção simplista. A História da emergência do princípio da conservação da Energia é apontada por pesquisadores (HENRIQUE, 1996; SOUZA FILHO, 1987; ANGOTTI, 1991; entre outros) como auxiliar no ensino do conceito de Energia. Algumas dificuldades encontradas pelos alunos na compreensão deste conceito mantêm correspondências com os obstáculos que a Ciência precisou superar para elucidá-lo, como a materialização da noção de Energia e a não distinção deste conceito e o de força. No entanto, nos livros de 1985 e 1987, não há nenhuma referência a aspectos associados à História da elaboração e emergência do princípio de conservação da Energia. Mesmo reconhecendo o valor didático dos aspectos relativos à História da Ciência, não a exploraremos por não ser objetivo deste trabalho.

Ainda sobre as manifestações da Energia, as duas edições fazem uso das expressões Energia calorífica (vide citação da p. 81) e Energia térmica, consideradas inapropriadas por Axt & Brückmann (1989); Cindra & Teixeira (2004), entre outros. Axt & Brückmann (1989) sugerem ainda que: “[...] o termo calor só deve ser usado para designar a energia em trânsito, isto é, enquanto ela está sendo transferida de um corpo para outro, em virtude de uma diferença de temperatura.” (p.136).

Shaw (1974, *apud* AXT & BRÜCKMANN, 1989) sugere que se evite o termo Calor no Ensino Fundamental, e que se fale em Energia e em transferência de Energia. Porém, discordamos desse autor. Acreditamos que se possa trabalhar com a denominação Calor neste nível de ensino, procurando caracterizá-la nesta etapa introdutória de aprendizagem como Energia em trânsito que se manifesta devido a uma diferença de temperatura. No entanto, é importante não esquecer o limite da abordagem anterior, por exemplo no estudo da propagação do Calor por irradiação. Abordar esta noção no Ensino Fundamental, em diferentes contextos e relacionada a outras áreas além da Física, pode contribuir para uma melhor compreensão do conceito de Calor.

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

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

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

Na unidade destinada ao Movimento Ondulatório, a denominação Energia aparece exclusivamente na caracterização de uma onda: “[...] a propagação da onda ocorre sem transporte de matéria, mas apenas com transmissão de energia. Então, pode-se dizer que toda onda transmite energia, sem transportar matéria.” (BARROS, 1987, p.105).

No estudo do Som, um detalhe interessante refere-se ao desuso de algumas palavras. No livro de 1985, ao explicar a produção de sons, o autor afirma: “A buzina, os alto-falantes da eletrola ou do rádio, o fone do telefone são dispositivos capazes de transformar a energia elétrica em energia sonora”. (BARROS, 1985, p.103). No livro de 1987, a expressão eletrola é eliminada da frase, provavelmente pelo desuso de tal aparelho.

Em relação ao estudo do Calor, nos dois livros o autor parte da noção de Energia cinética de um corpo, “[...] quanto maior for a energia cinética das moléculas, maior será a temperatura do corpo e, conseqüentemente, maior será a quantidade de calor que ela pode fornecer.” (BARROS, 1985, p. 108). Depois, ele define Calor como Energia transferida de um corpo para outro devido a uma diferença de temperatura.

Na propagação de Calor, este é caracterizado como algo que pode fluir em alguns corpos, como: “Os metais em geral **deixam passar o calor através de suas moléculas com facilidade**. São bons condutores de calor.” (BARROS, 1987, p.114, grifo nosso). Tal enfoque pode fortalecer ainda mais concepções presentes nas idéias dos alunos, em que o Calor é uma substância que se comporta como um fluido. A figura a seguir, ilustrada no livro de 1985, no estudo da propagação do Calor, também aponta nesta direção, enquanto que no livro de 1987 não está mais presente.

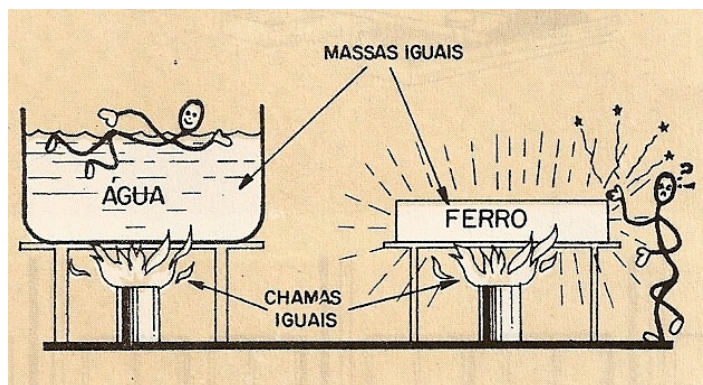


**Figura 20:** Ilustração presente no livro de 1985 no estudo da Propagação do Calor.

No estudo da Quantidade de Calor, este é apresentado como algo que pode estar contido nos corpos. São mostrados dois vasos com quantidades diferentes de água e o leitor é questionado em qual dos vasos existe maior quantidade de Calor. “[...] vaso B tem maior quantidade de calor que o vaso A porque tem mais moléculas.” (BARROS, 1987, p.118). A abordagem contribui para que os alunos pensem no calor como algo inerente e armazenado nos corpos.

Mesmo utilizando noções de Eletricidade e Calor ao longo dos conteúdos de Química e Física, elas são oficialmente apresentadas pelos autores como formas de Energia e explicitadas apenas ao fim do livro, nas unidades específicas para o estudo da Energia e do Calor. Até lá, o significado atribuído pelo aluno a estes conceitos permanecerá independentemente de outras noções, como a científica.

Além de conceitos, outra preocupação diz respeito às ilustrações, como estas a seguir, por não alertarem para os riscos que o aluno pode se submeter ao tentar realizar as atividades representadas. Vale lembrar que estes livros analisados são provenientes das bibliotecas das escolas, ficando à disposição dos alunos para pesquisas, consultas e estudos.



**Figura 21:** Ilustração presente no livro de 1985 no estudo do Calor Específico de uma substância.



**Figura 22:** Ilustração presente no livro de 1987 para explicar o experimento de Benjamin Franklin.

É importante ressaltar que aspectos aqui criticados, como ausência de legenda explicativa, nitidez das figuras e risco à integridade física dos alunos, entre outros, passaram a ser requisitos da avaliação do PNLD e os livros de 1985 e 1987 são anteriores a esta avaliação.

Estes livros, ainda disponíveis nas bibliotecas escolares do país, já desempenharam, mesmo que insatisfatoriamente, sua função social na educação dos alunos. Estas obras, além de oportunizarem práticas que oferecem riscos à integridade física dos alunos, evidenciam uma visão distorcida das ciências Física e Química. Portanto, faz-se necessário discutir a permanência desses exemplares nas bibliotecas escolares.

### 2.3.2 O livro de Ciências de 1993

O livro de 1993 apresenta uma inversão na ordem das disciplinas estudadas – Química e Física. Há também a inserção de um novo capítulo no início do livro, destinado ao estudo da **Matéria e Energia** (Capítulo 4).

Diferentemente dos livros anteriores (1985 e 1987), no capítulo 4 – **Matéria e Energia** – o autor explicita a dificuldade de se definir Energia, porém, imediatamente a define como “um corpo tem energia se for capaz de realizar trabalho.” (BARROS, 1993, p.18). Neste capítulo são abordados exemplos que evidenciam as formas de Energia, transformações de Energia e o seu princípio de conservação. Para exemplificar algumas transformações de Energia é utilizado o exemplo do automóvel, praticamente o mesmo das edições anteriores.

O autor afirma que só existem duas espécies de Energia: a potencial e a cinética, sendo as demais sempre derivadas dessas. Elas são apresentadas como: “A energia potencial é uma energia de posição” (BARROS, 1993, p. 18) e “A energia cinética é uma energia de movimento. Tudo o que se movimenta tem energia cinética” (BARROS, 1993, p. 19). Fotos de um lustre e de um estilingue são utilizadas para exemplificar a Energia potencial e de um carro colidindo e uma prancha de *windsurf* para a Energia cinética.

O lustre está a uma certa altura do solo. Ele pode cair e, se cair, pode realizar trabalho durante sua queda: ele tem uma energia potencial gravitacional.

A energia é potencial porque depende da posição em que o lustre está. É gravitacional, porque o lustre pode cair e a queda dos corpos é devida à gravidade [...]. (BARROS, 1993, p. 18).

Para explicar a foto do estilingue o autor diz:

A pedra está presa ao estilingue esticado. A pedra pode ser lançada à distância e realizar um trabalho: ela tem uma energia potencial elástica.

A energia é potencial porque depende da posição da pedra esticando o elástico. É elástica porque depende da elasticidade do material. (BARROS, 1993, p. 18-19).

Após o comentário para cada uma das fotos, a Energia potencial é explicada como: “Pode-se dizer, portanto, que a **energia potencial é uma energia armazenada num corpo.**” (BARROS, 1993, p. 19, grifo nosso). São citados também exemplos de outras formas de Energia potencial. “Assim, podemos dizer que são formas de energia potencial: **a energia química contida num tanque de combustível, a energia nuclear contida no núcleo de um átomo** etc.” (ibdem).

No estudo da Energia cinética, encontramos:

O carro em movimento tem energia. É esta energia que produz toda a deformação que se observa no choque. É uma energia cinética porque se deve ao movimento do carro.

A prancha de windsurf se movimenta devido ao vento. O vento, que é o ar em movimento, tem energia cinética. Parte dessa energia se transfere ao barco [sic], fazendo com que ele se movimente e adquira também uma energia cinética. (BARROS, 1993, p. 19).

Ao abordar a conservação da Energia, o autor utiliza como ilustração e exemplo o movimento realizado por um pára-quedista durante a queda.

Muitas vezes, um mesmo corpo tem as duas formas de energia – potencial e cinética.

O pára-quedista tem energia potencial gravitacional porque está a uma certa altura do solo, e energia cinética porque tem velocidade.

Chamamos de energia mecânica a soma destas duas formas de energia. É importante notar que, se não houvesse a resistência do ar, à medida que o pára-quedista fosse caindo, sua velocidade aumentaria, ou seja, à medida que sua energia potencial gravitacional fosse diminuindo, sua energia cinética aumentaria.

Existe na natureza uma contínua transformação de energia potencial em energia cinética e vice-versa, mas a energia total é sempre constante.

Este é um dos princípios básicos da Física: o princípio da conservação da energia. (BARROS, 1993, p. 19).

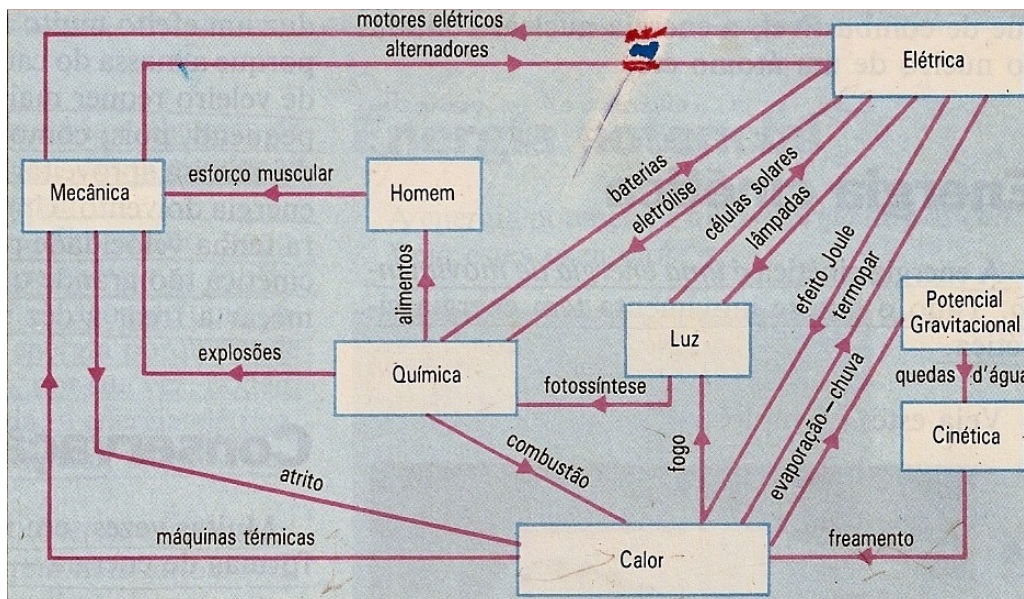
A conservação da Energia, a partir do exemplo do pára-quedista, enfoca exclusivamente aspectos associados à Energia mecânica. Isso pode induzir o aluno a delimitar o princípio de conservação da Energia a um universo restrito.

Há ao final do capítulo o quadro<sup>19</sup> representado a seguir, que ilustra inúmeras transformações de Energia.

---

<sup>19</sup> Adaptado de: A New Physics, de Bryant & Kershaw, sem data.





**Figura 23:** Transformações de Energia. Ilustração presente no capítulo 4 do livro de 1993.

O livro traz uma proposta de debate acerca da real necessidade do Brasil utilizar Energia nuclear. Tem-se como sugestão a formação de duas equipes, que devem ressaltar vantagens e desvantagens da Energia hidrelétrica e nuclear.

No final do capítulo 6 – **Estudo da força** – há um texto que aponta para a preocupação do autor em distinguir os conceitos de força e Energia. Partindo de um conhecido super-herói dos desenhos animados, o texto discute a coerência do grito desse personagem: “Eu tenho a força!”.

Esse é o grito mágico de um conhecido super-herói. Embora não se tenha notícias de que esse grito possa ter falhado, não há dúvida de que, sob o ponto de vista da Física, a frase é incorreta. **Ninguém pode ter força.** Força é uma ação e não se pode ter ação.

Assim a palavra força deve vir sempre acompanhada de verbos que indicam ação, como por exemplo: exercer, aplicar, sofrer, etc.

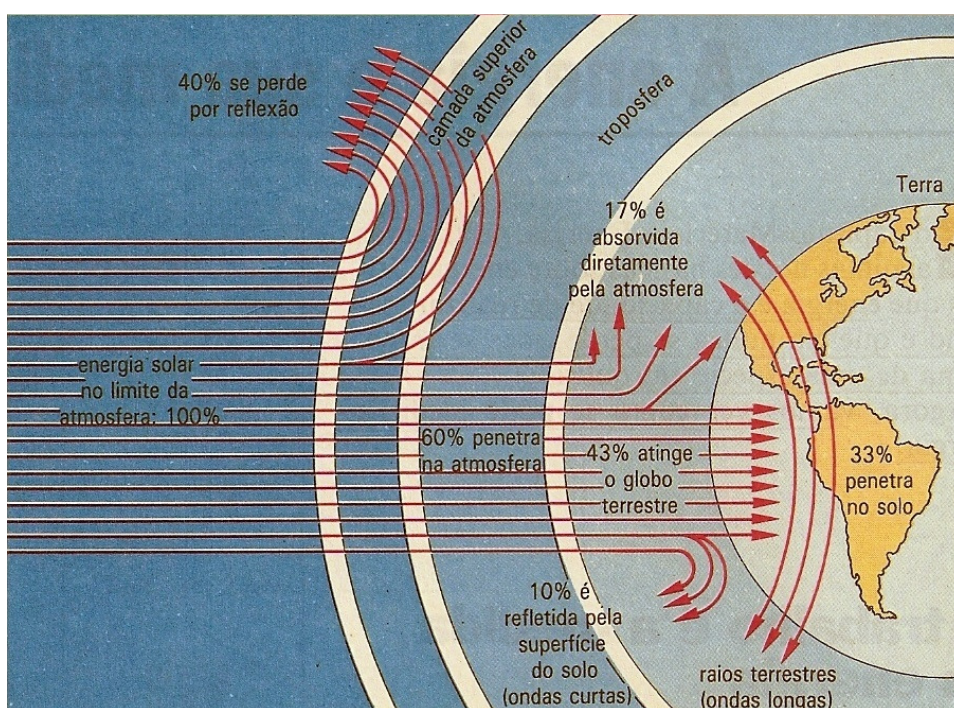
Na realidade quando o nosso herói se refere à força, ele está querendo significar energia, da mesma forma que muita gente, quando ocorre uma interrupção de energia elétrica e tudo fica escuro, exclama: “Acabou a força!”. **Força e energia são conceitos físicos inteiramente distintos e não devem ser utilizados como sinônimos, mesmo na linguagem do dia-a-dia.**

Portanto, o grito deveria ser: “eu tenho a energia!”. Pode ser que falhe, mas, em compensação, será uma falha fisicamente correta. (BARROS, 1993, p.32, grifo nosso).

No estudo das Leis de Newton, no capítulo 8, ao explicar porque o dardo lançado pelo homem numa prova de atletismo se move com maior velocidade do

que o lançado pela mulher, o autor diz: “Isto porque o homem, **por ter mais força** física, imprime ao dardo uma força maior que a mulher.” (BARROS, 1993, p.37, grifo nosso).

No capítulo 13 – **A Energia e sua Medida**, a preocupação central refere-se ao cálculo das modalidades de Energia mecânica: Energia cinética e Energia potencial. São inseridos três pequenos textos em relação aos livros anteriores. O primeiro, denominado **Sol: a nossa principal fonte de energia**, procura explicar que o Sol fornece Energia em quantidade muito superior a que consumimos, afirmando que: “Essa energia ainda não pode ser diretamente aproveitada de forma eficiente e barata”. (BARROS, 1993, p.62). O texto evidencia ainda alguns índices percentuais entre a Energia Solar no limite da atmosfera e a que efetivamente chega à Terra, além de citar formas de Energia e suas respectivas aplicações. Vide a seguir a ilustração e a tabela apresentadas no livro.




**Figura 24:** Ilustração presente no livro de 1993 no texto – Sol: a nossa principal fonte de energia.

(Legenda do livro: Energia solar absorvida pela atmosfera e pelo solo).

ENERGIA DO SOL		
Forma	Explicação	Aplicações
Radiação solar e energia térmica solar	Luz solar direta	Calefação de edificações e da água: calor de processo na indústria e na agricultura. Resfriamento de edificações. Geração de eletricidade: células fotovoltaicas, torres de potência, conversão da energia térmica dos oceanos.
Fotossíntese	A energia solar é convertida em energia química das plantas e combustíveis fósseis	Combustíveis sólidos (madeira, carvão) Combustíveis líquidos (álcool) Combustíveis gasosos (metano)
Energia hidráulica	A luz solar impressiona o ciclo hidrológico (a água evapora-se, condensa-se e chove nas grandes altitudes e retorna ao oceano pela gravidade)	Geração de eletricidade (hidroeletricidade) Energia mecânica (moinhos de água)
Energia eólica	O aquecimento da terra, do ar e das águas pela radiação solar provoca os ventos	Geração de eletricidade (geradores eólicos) Energia mecânica (moinhos de vento) Navios a vela

**Tabela 9:** Quadro presente no livro de 1993 no texto – Sol: a nossa principal fonte de energia .

O segundo texto inserido neste capítulo – **A energia dos ventos** – descreve a utilização de moinhos de ventos em países como a Holanda para retirar água de regiões mais baixas. E, por fim, a terceira novidade é a inserção de uma conta de Energia elétrica, em que se sugere a determinação do custo de um banho mensal.



**ELETROPAULO**  
ELETRICIDADE DE SÃO PAULO S.A.

DEBITO EM C/CORRENTE 237-0181-00-0084825-02 SEQ 4898  
Rua Cel. Xavier de Toledo, 23 São Paulo - SP  
C.G.C. 61.695.227/0001-93 Inscr. Est. 108.317.078

NOTA FISCAL  
CONTA DE ENERGIA ELETRICA

NOME	Nº DA CONTA				CÓD. FAT.	M E D I D O R			CONSUMO k w h	LEIT. DIA MÊS	APRES. DIA MÊS	CONTA MÊS DE	VENCIMENTO DIA MÊS ANO	
	LT	LOCAL	LIVRO	INSTL.		NÚMERO	CONST.	LEIT.						
GUMERCINDO RANGEL PEREIRA	12	455	25551	43708	51	4379085	1	1267	346	18	04	21	04	ABR 02 05 89
ENDEREÇO		ICMS INCLUSO NO IMPORTE		IMPORTE		ACRESCIMO 12%		ELETROBRAS		TOTAL A PAGAR				
PRAÇA DA LUZ 2001 AP 199		NCz\$ *****5,53		NCz\$ 25,97		NCz\$		NCz\$		NCz\$ *****25,97				
1 - C.G.C.	2 - INSCR. EST.	3 - RURAL SF	C E P		B A I R R O			DIVERSOS		CREDITO				
						COD		NCz\$		NCz\$				

ECT - HA 20 ANOS FAZENDO O CORREIO QUE VOCE CONFIA.  
"1989.ANO BRASILEIRO DE SEGURANCA NO TRANSITO".

O RECIBO SÓ SERÁ VÁLIDO COM AUTENTICAÇÃO MECÂNICA OU CHANCELA DO RECEBEDOR AUTORIZADO  
**ESTA CONTA SERA CONSIDERADA QUITADA QUANDO CARACTERIZADO O DEBITO NA AGENCIA E CONTA CORRENTE ACIMA.**

AS CONTAS NÃO PAGAS ATÉ A DATA DE VENCIMENTO SOFRERÃO ACRÉSCIMO DE 12% APLICADO SOBRE O VALOR DO IMPORTE E O SUPRIMENTO ESTARÁ SUJEITO A CORTE SEM PRÉVIO AVISO. PORTARIA DNAEE Nº. 222/87 DE 22/12/87.

IMPRESSO NO SISTEMA LASER

**Figura 25:** Ilustração presente no livro de 1993 no capítulo – A energia e sua medida .

Já o estudo do Calor ocorre de maneira hegemônica num único capítulo – **O Calor e sua Medida**. O conceito de Calor é dado a partir do conceito de Energia cinética.

Você se recorda do conceito de energia cinética?

A energia cinética é a energia que os corpos têm devido à sua velocidade. As moléculas de um corpo estão sempre em movimento. Portanto, elas sempre têm energia.

Agora pense no seguinte: quanto maior for a energia cinética das moléculas, maior será a temperatura do corpo e, conseqüentemente, maior será a quantidade de calor que ela pode fornecer.

A temperatura depende das vibrações das moléculas. Quanto mais velozmente elas vibram, maior é a temperatura do corpo. Portanto, podemos afirmar que:

Calor é uma forma de energia que se transfere de um corpo para outro devido a uma diferença de temperatura entre eles. (BARROS, 1993, p. 71).

Nos demais capítulos que fazem uso desta noção, o Calor é apresentado como causa para determinado efeito ou como uma manifestação de Energia, embora nem sempre isso se dê explicitamente.

Há no final do capítulo uma proposta de discussão. “Temperatura e calor são a mesma coisa? Uma xícara de água fervente e um balde de água fervente têm a mesma temperatura? E quantidade de calor?” (BARROS, 1993, p. 74). Também é apresentado, no término do capítulo, o texto ***Uma garrafa térmica moderna***, que ilustra os componentes que constituem uma garrafa térmica comum, explicitando sua função na redução das trocas de Calor com o ambiente.

## CONSIDERAÇÕES

A inversão na ordem das disciplinas tratadas, iniciando pela Física, e a inclusão do capítulo **Matéria e Energia** possibilitaram que a noção de Energia fosse abordada antes de outros conteúdos que fazem uso deste conceito em seu estudo. Nos livros anteriores, 1985 e 1987, esta noção é (considerando que o professor siga a seqüência de conteúdos estabelecida pelos livros) apresentada aos alunos somente nos capítulos finais. Até lá, o significado atribuído pelo aluno ao conceito de

Energia permanece independentemente de outras noções, como a científica. No entanto, a definição de Energia dada no Capítulo 4, como “capacidade de realizar trabalho”, resulta em problema semelhante, pois o conceito de trabalho de uma força é discutido somente no capítulo 11.

Na figura 23 (mostrada na seção 2.3.2), utilizada para citar exemplos de transformação de Energia, são ilustradas formas de Energia e alguns dispositivos utilizados nos processos de transformação. Mas se uma forma de Energia pode ser transformada em outra, por que não encontramos duplos sentidos em todas as setas que formam a figura? Existe um sentido preferencial para a transformação da Energia? Estes aspectos não são abordados no texto.

Pesquisas, mencionadas no capítulo 2 deste trabalho, alertam para o fato da não distinção entre as noções de força e Energia, tratadas e utilizadas como sinônimas por muitos alunos. Por fazer uso do texto ***Eu tenho a força!***, em que afirma que do ponto de vista da Física a frase é incorreta, partimos da premissa que o autor conhece esta confusão, assim como sua utilização conflituosa no dia-a-dia. Ao longo do texto, o autor afirma ainda: “Força e energia são conceitos físicos inteiramente distintos e **não devem ser utilizados como sinônimos, mesmo na linguagem do dia-a-dia.**” Discordamos com a não utilização da expressão no dia-a-dia. Julgamos ineficiente tentar eliminar ou substituir concepções de senso comum pelas científicas, devemos sim oportunizar ao aluno a compreensão dos limites e validades de aplicação desses conceitos em diferentes contextos.

O autor parece buscar um avanço nesta edição quando comparada com as anteriores, pois há uma tentativa de esclarecer a distinção entre os conceitos de força e Energia. No entanto, abordagens como a realizada no texto ***Eu tenho a força!*** pouco favorecem a compreensão destes conceitos, além de contribuir para concepções de Energia antropocêntrica e de algo armazenado.

O autor se contradiz ao longo do livro, o que pode contribuir para confundir o aluno na distinção entre estes dois conceitos. No texto anterior, o autor afirma que: “**Ninguém pode ter força.**” Mas ao abordar a segunda lei de Newton, na tentativa de explicar porque o dardo lançado por um homem se move com maior velocidade do que o lançado pela mulher, o autor diz: “Isto porque o homem, **por ter mais força** física, imprime ao dardo uma força maior que a mulher.” (BARROS, 1993, p.37, grifo

nosso). Mesmo fazendo uso da expressão “força física”, julgamos que os alunos podem interpretar a afirmação distintamente da noção científica de força.

A História das Ciências pode auxiliar a elucidar esta questão, uma vez que esta confusão presente no discurso de muitos alunos mantém singularidades com os estudos de alguns pioneiros que participaram da emergência do princípio de conservação de Energia. A partir desta abordagem, os alunos podem perceber semelhanças, limitações e o alcance entre os modelos criados por eles e pelos cientistas, além de “revelar a substituição de teorias e, assim, contribuir para que os alunos adquiram uma visão mais crítica e correspondente de que venha a ser Ciência.” (ANGOTTI, 1991, p.133).

O livro de 1993 apresenta pontos favoráveis em relação às edições analisadas anteriormente – tem uma melhor diagramação e maior qualidade nas figuras, fotos e ilustrações utilizadas. Outra novidade é a inserção de pequenos textos, principalmente ao final dos capítulos. A maioria não apresenta referências, o que nos permite concluir que são formulados pelo próprio autor. Os demais são principalmente de duas fontes, a revista Superinteressante e a Revista de Ensino de Ciências.

O texto<sup>20</sup> **A Máquina a Vapor**, presente no capítulo do livro que aborda o tema Trabalho, ressalta a influência desta invenção na história dos tempos modernos, citando-a como efeito da Revolução Industrial. Neste contexto, o motor de James Watt surge da procura por fontes eficientes de Energia, necessidades das indústrias têxteis. O desenvolvimento da industrialização, a importância da produção de carvão e a revolução dos transportes são temas pertinentes ao texto, que segue abaixo:

Poucas invenções tiveram maior influência na história dos tempos modernos que a da máquina a vapor. Ao contrário do que geralmente se pensa, não foi a causa da Revolução Industrial, mas sim, em parte, efeito desta.

O motor de James Watt, pelo menos, nunca se teria tornado realidade se não fosse a procura de uma **fonte eficiente de energia** para mover as pesadas máquinas já inventadas na indústria têxtil. Por outro lado, é indiscutível que o aperfeiçoamento da máquina a vapor promoveu um desenvolvimento mais rápido da industrialização. Deu uma nova importância à produção do carvão e do ferro; possibilitou uma revolução nos transportes; abriu oportunidades quase ilimitadas à aceleração das manufaturas,

---

<sup>20</sup> Texto de Edward McNall Burns, História da civilização ocidental. Globo, Porto Alegre. v. 2.

tornando as nações industrializadas as mais ricas e poderosas do mundo.

Antes do desenvolvimento da máquina a vapor, as **reservas de energia** estavam à mercê das variações atmosféricas. Durante as secas, a baixa dos rios podia forçar os moinhos a restringir suas atividades ou mesmo a suspendê-las por completo. Os navios, nas travessias do oceano, atrasavam-se semanas inteiras por falta de vento. **Com a máquina a vapor haveria um fornecimento constante de energia**, que poderia ser aproveitada quando necessário. Não é portanto exagero afirmar que a invenção de **Watt assinalou o começo da era da força motriz**. (BARROS, 1993, p. 53, grifo nosso).

O texto é útil pois aborda, ainda que sucintamente, o contexto histórico em que as máquinas térmicas surgiram e a influência que estas desenvolveram nos modos de produção. Porém, seria oportuno discutir também o que é uma máquina térmica e o seu princípio de funcionamento, além de evidenciar mais claramente a influência do contexto social, econômico e político nas descobertas científicas e no seu aperfeiçoamento.

Podemos perceber ainda que o texto anterior não favorece a distinção entre grandezas físicas comumente confundidas pelos alunos, ao contrário, favorece a sua permanência. Solomon (1985), Higa (1998) e Trumper (1993), ao pesquisarem as concepções alternativas de estudantes, verificaram que estes associam energia à força e potência. O texto afirma que a máquina é uma invenção de Watt e com ela haveria um fornecimento constante de Energia, além desta invenção ter assinalado o começo da era da força motriz. Sendo watts uma unidade utilizada para medir potência, se as noções de Energia e de força motriz não forem devidamente compreendidas pelo aluno, poderá ocorrer confusão entre potência, energia e força motriz.

Os três pequenos textos que são inseridos no capítulo **A Energia** e sua medida, do livro investigado, parecem buscar avanços em relação às edições anteriores, pois citam aplicações de fontes alternativas de Energia, a solar (ver tabela 9 na seção 2.3.2) e a eólica. Trazem também uma conta de Energia elétrica. Porém, esses avanços não se efetivam necessariamente, pois o primeiro texto (**Sol: a nossa principal fonte de energia**) ao afirmar que: “Essa energia ainda não pode ser diretamente aproveitada de forma eficiente e barata.” (BARROS, 1993, p. 62) apresenta uma informação desatualizada, mesmo para a época em questão.

No segundo texto – **A energia dos ventos** – poderiam ser discutidos quais os fatores que propiciam a utilização deste recurso, suas vantagens e desvantagens, assim como o uso desta tecnologia no Brasil, quais as regiões mais propícias e por quê. O texto poderia ser articulado de maneira a evidenciar também que o desenvolvimento científico é impulsionado por necessidades particulares, contribuindo para uma visão de ciência relacionada com um desenvolvimento não linear e não dogmático.

Como no restante do livro, constatamos no terceiro texto que definições e fórmulas são destacadas em quadros e com cores, assim como procedimentos a serem executados. Por exemplo, ao fornecer a figura 25 (mostrada na seção 2.3.2), o consumo e o total a pagar estão em destaque. O autor observa ainda: “Para determinar quanto custa esse banho por mês, procure saber o custo atual do quilowatt-hora e multiplique pelo total obtido. Para isso, pegue a conta de luz de sua casa e divida o total gasto pelo consumo.” (BARROS, 1993, p. 64). Ao se fornecer previamente aos alunos os procedimentos a serem executados, não se favorece o entendimento dos registros informados pelas companhias de Energia, o consumo de outros aparelhos elétricos, a comparação entre estes, a observância entre as relações do total a pagar, a potência e o tempo de funcionamento dos aparelhos, entre outras possibilidades decorrentes desta atividade.

Outros textos, que também são novidades em relação aos livros anteriores, como o **Raio Laser**, evocam uma idéia distorcida de se fazer Ciência.

**Sabia-se** desde o início do século que os átomos emitem energia radiante sob a forma de fótons, unidade básica de luz. Essa emissão é espontânea e desordenada, o que caracterizava qualquer feixe de luz. (BARROS, 1993, p. 86, grifo nosso).

A quantização da Energia foi uma das discussões mais polêmicas da Ciência e o texto atribui isso a um nível de simplicidade e aceitação que distorce os caminhos que a Ciência precisou superar até chegar à formulação que o conceito tem hoje. O texto favorece ainda um entendimento de se fazer Ciência elaborado por gênios, desprovidos de interesses e motivações, como: “Em 1917, Einstein sustentou com apoio em complicados cálculos teóricos que a emissão de energia radiante pode ser estimulada artificialmente.” (ibdem).



Selecionamos outros exemplos que não abordam diretamente a noção de Energia, mas evocam uma Ciência distorcida e condenada pelas pesquisas em Ensino de Ciências.

**Mas de tanto observar os astros** e seus movimentos, Galileu verificou que **o sistema de Ptolomeu estava errado** e que a hipótese de Copérnico está correta: **o Sol ocupava o centro do Universo** e os planetas – inclusive a Terra – giravam ao seu redor.” (BARROS, 1993, p. 27, grifo nosso).

Bastou a uma mente privilegiada, como a do gênio Galileu, observar intensamente os astros para verificar o sistema correto, o Sol ocupava mesmo o centro do Universo. Não se evidencia uma Ciência como construção humana, sujeita a erros e acertos, e principalmente suscetível a interesses e influências diversas. Uma ciência como verdade provisória.

Outro texto<sup>21</sup> que evoca uma maneira de se fazer Ciência equivocada, fruto de uma mente brilhante e como se as descobertas fossem realizadas de uma hora para outra, é apresentado abaixo.

As sementes das **grandes realizações de Newton** datam de um período de cerca de 18 meses, **depois de sua formatura**, quando a universidade em que estudava fechou devido à peste negra, e ele voltou à fazenda da família, onde havia nascido. Foi lá, nessa época, que ele **descobriu a lei da gravitação universal, os fenômenos ópticos relacionados com a luz e a cor, a dispersão e composição da luz branca**. Aí também projetou e construiu um novo tipo de telescópio [...].”(BARROS, 1993, p. 47, grifo nosso).

De maneira geral, os conteúdos são tratados de modo muito semelhante às edições anteriores, com a mesma fragmentação e a não relação entre conceitos. As inovações e conseqüentes melhoras, quando ocorrem, são pontuais, inseridas como textos independentes do conteúdo. Além dos textos já discutidos, vale destacar as leituras referentes a ***Uma Garrafa Térmica Moderna, A Supercondutividade, Composição e Função dos Carboidratos, O Peixe Elétrico, O Elemento Químico mais leve e simples, Hidrogênio, útil mas mortal, Leite – um rico alimento e a Destilação do Petróleo.***

---

<sup>21</sup> Adaptado de um artigo de I. Bernard Cohen, publicado no livro Física 1 – Tipler. Guanabara, Rio de Janeiro.

O texto ***Uma Garrafa Térmica Moderna*** é útil, pois mostra uma aplicação, presente no dia-a-dia dos alunos, dos processos de propagação do Calor. Nele são apresentados os constituintes da garrafa térmica e as características que permitem minimizar eficientemente as trocas de Calor.

Em **A Supercondutividade** são citados exemplos de materiais e a que temperatura tornam-se supercondutores. Há também referência ao físico H. Kamerling Onnes como descobridor do fenômeno.

A temperaturas muito baixas [...] alguns materiais têm resistência elétrica nula. Isto significa que uma corrente elétrica pode percorrer um anel desse material, nessa temperatura, durante tempo indeterminado, sem consumir energia alguma. Se fosse possível construir um rádio com componentes supercondutores, ele funcionaria permanentemente, sem precisar de pilhas ou qualquer outra fonte de energia. (BARROS, 1993, p. 98).

A idéia destacada é que um rádio com componentes supercondutores funcionaria por tempo indeterminado. Mas isto pode sugerir uma violação no Princípio de Conservação da Energia, uma vez que se teria som proveniente de nada. A supercondutividade é apresentada ainda como distante da realidade, para aquela época: “Ainda é um pouco cedo, porém, para que essa realidade esteja o nosso alcance.” (ibdem). Isso pode evidenciar a visão dos autores de uma Ciência estática e não suscetível a mudanças e evoluções.

Em **Composição e Função dos Carboidratos**<sup>22</sup> são destacados os principais elementos constituintes dos carboidratos, os alimentos que fazem parte deste grupo, sua origem (animal e vegetal) e sua importância numa dieta humana bem equilibrada. Para os carboidratos de origem vegetal o autor destaca que estes são sintetizados por fotossíntese, mas este fenômeno não é enfatizado e/ou esclarecido.

Outro pequeno texto inserido é **O Peixe Elétrico**, em que se afirma:

Certas espécies de peixes têm a capacidade de **produzir eletricidade**. Entre esses destacam-se a arraia, o torpedo, a enguia e o poraquê, encontrado na Amazônia. Os **órgãos elétricos** desses peixes, 'baterias', espalham-se ao longo de todo o corpo [...]. A principal função dessas **baterias** é paralisar as presas através de rápidas descargas. Após a descarga, o animal deve repousar e se alimentar para recarregar-se: a tensão de descarga, no poraquê, pode atingir 600 V! Suficiente para matar peixes e batráquios, essa

---

<sup>22</sup> Adaptado da Revista de Ensino de Ciências, setembro de 1985.

descarga pode paralisar um cavalo ou um homem. (BARROS, 1993, p. 95, grifo nosso).

O texto sugere uma violação do Princípio da Conservação da Energia, ao afirmar que os peixes produzem eletricidade. E ao realizar a analogia dos órgãos elétricos dos peixes com baterias, dá a falsa sensação de aprendizado. Os alunos podem até compreender a analogia, mas que está num nível de simplicidade apenas aparente. Outro detalhe importante é referente ao valor da tensão de descarga. Como o texto adverte somente para o fato da tensão paralisar o homem, o aluno pode pensar que este valor pode não ser fatal.

Alguns textos realizam uma abordagem que favorecem à compreensão equivocada de conceitos e fenômenos. Em **O Elemento Químico mais leve e simples**, se afirma que: “O **Sol** e as **estrelas** são quase que hidrogênio puro [...]. **O gás hidrogênio é combustível; sua queima é uma importante fonte de calor.** (BARROS, 1993, p. 120, grifo nosso).

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

Em **Hidrogênio, útil mas mortal**<sup>23</sup> o processo de queima de Hidrogênio no Sol é novamente reforçado.

Esse elemento, de um próton e um elétron, número atômico 1, massa atômica 1,00797, incolor, sem cheiro, e catorze vezes mais leve que o ar, existe em abundância em estrelas, nebulosas, **no Sol – que o queima prodigamente** – e mesmo nos grande planetas do nosso sistema, como Saturno e Júpiter. (BARROS, 1993, p. 127, grifo nosso).

Esses textos utilizam em sua abordagem temas relacionados à noção de Energia, suas diferentes formas, transformações e manifestações. Porém, são textos inseridos ao final dos capítulos, como leitura complementar e independente do conteúdo, não estando dentro do “pacote” convencionalmente estudado. São também estes textos responsáveis pelas mudanças na freqüência de utilização da

---

<sup>23</sup> Adaptado de Ciência Ilustrada, março de 1984.

denominação Energia e Calor, quando comparamos o livro de 1993, com os anteriores. (Ver tabelas 3, 4 e 5).

Algumas leituras – ***Por que, ao se colocar uma bebida gelada num copo, formam-se gotículas de água no lado de fora do copo?*** – e propostas de discussão – ***Se você envolver um termômetro com um cobertor, a temperatura sobe? Experimente. Você pode concluir que o cobertor esquenta, ou não?*** – inseridas ao final dos capítulos 3 e 15 (**Os Estados Físicos da Matéria e O Calor e sua Medida**), poderiam ter maior aproveitamento se presentes no início da unidade. Discussões como estas podem permitir ao professor instigar e desafiar algumas idéias dos alunos e a partir disso decidir por uma melhor abordagem das discussões e apresentação dos conceitos. Porém, por estarem ao final da unidade, ficam a título de curiosidade e/ou como leitura complementar.

A inserção de propostas de pesquisa ao fim dos capítulos constitui mais uma novidade deste livro em relação aos anteriores. No entanto, algumas práticas propostas não alertam para os possíveis riscos que podem comprometer a integridade física dos alunos, como: “Verifique agora a potência do seu chuveiro elétrico (**veja na chapinha**) e calcule quanto a sua família gasta por mês, em média, utilizando esse chuveiro.” (BARROS, 1993, p.65, grifo nosso). No capítulo 14 – **Temperatura: sua Medida e seus Efeitos**, o autor sugere a seguinte prática para que o aluno perceba o fenômeno da dilatação dos corpos.

“Faça uma abertura numa latinha vazia, de modo a passar por ela, de forma justa, uma moeda. Para isso basta **iniciar a abertura com um formão**, por exemplo, e completá-la com a própria moeda. **Aqueça depois a moeda numa chapa** e coloque-a na abertura. Você vai observar que ela só passa pela abertura depois de esfriar.” (BARROS, 1993, p.70, grifo nosso).

Ao sugerir uma pesquisa no capítulo 15, o autor utiliza em **sua abordagem um termo pejorativo e discriminatório**. “**Ao contrário das pessoas gordas**, que não devem ingerir alimentos calóricos, os atletas devem ingerir alimentos que fornecem muitas calorias.” (BARROS, 1993, p. 74, grifo nosso). Vale lembrar, novamente, que esta edição analisada é anterior à avaliação do PNLD e que o uso de estereótipos e preconceitos, associados a atividades que proporcionem risco à integridade física dos alunos, passaram a fazer parte dos critérios eliminatórios das obras didáticas submetidas à avaliação.

O autor realiza também algumas correções conceituais. Por exemplo, ao abordar os estados físicos da matéria, há uma maior preocupação com a influência da pressão na mudança de estados físicos, assim como é explicitado sucintamente o significado de pressão normal – fato que não ocorreu nos livros de 1985 e 1987. No entanto, em outros momentos há novos deslizos e favorecimento de um entendimento equivocado. Ao estudar a Luz, é afirmado que: “Do ponto de vista da Física, **não há diferença** entre ondas de rádio, televisão, microondas, raios X e luz: todas são ondas eletromagnéticas, todas transportam energia propagando-se no vácuo a enorme velocidade. A luz nos permite ver essa energia.” (BARROS, 1993, p. 82, grifo nosso). A diferença que não existe e que o autor se refere é quanto à velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo. No entanto, as diferentes ondas eletromagnéticas, como as citadas, distinguem quanto a sua frequência, e conseqüentemente a Energia associada a elas.

No estudo da dilatação, o livro ilustra a foto de um pirômetro de quadrante, no estudo da dilatação linear e de um anel de Gravezande, na de dilatação volumétrica. Mas qual a utilidade prática destes instrumentos no dia-a-dia? Porque não se discutir a importância dos fenômenos térmicos, entre eles a dilatação, na Engenharia, ou mostrando situações comuns de dilatação, como: fios de luz, obturação dentária, construção de aviões, pontes, estradas e ferrovias, calçadas, o trabalho do pedreiro na tentativa de minimizar estes efeitos, as diferentes estratégias de construção em diferentes países, conforme sua localização e variação de temperatura?

Percebemos também mudanças em algumas frases durante o estudo de eletricidade. Durante a abordagem de corpos bons e maus condutores, os livros anteriores colocavam que a Energia flui ou não facilmente. Esta edição traz o seguinte: “Os metais, de um modo geral, são bons condutores de eletricidade. Neles, os elétrons fluem facilmente.” (BARROS, 1993, p.92). O autor substitui a noção de fluxo de Energia por fluxo de elétrons. Assim como nos livros de 1985 e 1987, não há uma distinção evidente entre os conceitos de corrente elétrica, Energia elétrica e eletricidade. Percebemos que estes termos são utilizados como sinônimos, o que pode prejudicar uma melhor compreensão de diversos fenômenos e conceitos.

No estudo de potência elétrica, o autor afirma que: “A corrente elétrica sempre realiza um trabalho.” (BARROS, 1993, p.96). Uma vez que o autor definiu Energia

como capacidade de realizar trabalho, entendemos que a noção de corrente elétrica é vista como sinônima de Energia elétrica.

A confusão conceitual que comete o autor parece evidenciar uma visão equivocada dos conceitos científicos.

### **2.3.3 O livro de Ciências de 1997**

O livro de 1997 apresenta, em relação às obras anteriores, uma melhor qualidade no papel utilizado para impressão, na diagramação e na resolução de fotografias, além de promover algumas correções conceituais. Supomos que estas mudanças devem-se principalmente a três novos fatores: o advento dos PCNs, a emergente avaliação dos livros didáticos pelo PNLD e a parceria com outro autor.

O conceito de Energia é introduzido no início do livro, no primeiro capítulo da unidade destinada ao estudo dos Conceitos Básicos de Física e Química.

Existe outro componente do Universo que não é matéria, embora esteja intimamente ligado a ela: é a energia. Formas de energia, como a luz, o som e o calor, não são consideradas matéria, pois não possuem massa nem ocupam lugar no espaço. (BARROS & PAULINO, 1997, p. 7).

Embora não haja uma preocupação em evidenciar as idéias dos alunos, é ressaltada uma eventual distinção sobre como o tema Energia pode ser utilizado no dia-a-dia. “Em linguagem científica, dizemos que energia é a capacidade de realizar um trabalho.” (BARROS & PAULINO, 1997, p.7). Após se definir Energia, os autores passam a citar exemplos de transformações de Energia.

Entre os exemplos utilizados, citamos: “A energia do nosso corpo, que vem dos alimentos. Para empurrar um carinho de mão, por exemplo, é necessário aplicar uma força no sentido do movimento.” (BARROS & PAULINO, 1997, p.8). Exemplos como estes são utilizados para ilustrar a Energia como capacidade de realizar trabalho.

Neste capítulo também são apresentados pequenos textos que, segundo os autores<sup>24</sup>, contêm informações de interesse, mas são independentes do texto principal. O primeiro deles – ***O macabro expressionismo da era nuclear*** – retrata resumidamente o acidente na usina de Chernobyl, na Ucrânia. O texto alerta para alguns riscos de utilização da Energia nuclear, mas não evidencia possíveis vantagens em seu uso. O segundo texto explora a transformação de Energia em alguns seres vivos: “Nos seres vivos, a energia química contida nos alimentos é extraída através da respiração celular e cedida para o trabalho das células. Muitas vezes, essa energia química se transforma em outros tipos de energia [...]” (BARROS & PAULINO, 1997, p. 9). Como exemplo de transformação da Energia química em Energia mecânica, temos:

[...] esse tipo de transformação da energia se verifica quando andamos, corremos, enfim, quando executamos qualquer tipo de movimento, inclusive os movimentos internos, como as contrações musculares do esôfago, estômago e intestino. É também o caso do movimento do flagelo dos espermatozóides [...]. (BARROS & PAULINO, 1997, p. 9).

O poraquê (peixe-elétrico) e os vaga-lumes são citados como exemplos de transformação de Energia química em Energia elétrica e de Energia química em Energia luminosa, respectivamente. Esta edição traz um alerta, diferentemente da anterior: “As descargas elétricas emitidas por um peixe-elétrico são, às vezes, suficientes para matar um ser humano.” (BARROS & PAULINO, 1997, p. 9).

No estudo do conceito de força, esta edição novamente procura fazer a distinção entre os conceitos de força e Energia, a partir do mesmo texto apresentado no livro anterior (1993) – ***“Eu tenho a força!”***.

No capítulo 10 – ***As Leis de Newton***, há uma fotografia de carros num grande prêmio de Fórmula 1. Os autores afirmam: “Veja que o movimento está presente. Isso ocorre porque a força gerada pelo motor com a queima do combustível transmite para as rodas uma força de tração, capaz de vencer as forças de resistência do ar e de atrito.” (BARROS & PAULINO, 1997, p.61). Em outra fotografia, o livro traz o lançamento de um foguete: “O foguete, através do combustível, exerce força sobre os gases.” (BARROS & PAULINO, 1997, p. 65).

---

<sup>24</sup> Informações presentes no Manual do Professor na apresentação da estrutura e proposta da coleção.

No capítulo 12 – **Trabalho e potência**, no início da unidade, os autores alertam novamente para a questão da linguagem comum, cotidiana, e sua diferenciação quando comparada à linguagem da Física.

**Vamos tratar novamente de diferenças de significado de palavras entre o senso comum e o uso da física.** Já vimos que palavras como peso, fenômeno e aceleração são empregadas num sentido na linguagem cotidiana e noutro na física.

**Agora é a vez da palavra trabalho, que na vida prática, designa ‘esforço’, ‘empreendimento’, ‘ocupação’.** (BARROS & PAULINO, 1997, p.75, grifo nosso).

Mesmo fazendo tal alerta para a distinção entre o significado comum atribuído pelos alunos e o conceito científico, os autores dizem: **“Em física, de alguma forma, trabalho também se liga à idéia de ‘esforço’.** Mais precisamente, ao conceito de força e de deslocamento.” (BARROS & PAULINO, 1997, p.75, grifo nosso).

Há no final deste capítulo um texto de leitura complementar – **A Máquina a Vapor**, o mesmo utilizado no livro anterior. Porém, na edição anteriormente analisada, este estava inserido no capítulo destinado ao estudo das Máquinas, o que era mais apropriado.

No capítulo 14 – **Energia e Trabalho**, os autores assumem a dificuldade de se definir Energia, mas novamente a fazem como capacidade de realizar trabalho, restringindo sua validade para a Física. São apresentadas algumas formas de Energia, com destaque para a solar e a nuclear.

A energia solar se origina das reações atômicas que constantemente ocorrem no interior das partículas que compõem o Sol e se irradia pelo espaço. Direta ou indiretamente, quase todas as formas de energia empregadas aqui na Terra se originam da energia solar.

A energia se transforma continuamente. Chegando à Terra sob forma de calor e luz, parte da energia solar é absorvida pelos oceanos e pelo solo. As plantas usam essa energia para fabricar o seu alimento e crescer. Os animais comem as plantas, crescem e armazenam energia em seu corpo. No passado, restos orgânicos de plantas e animais formaram os combustíveis fósseis (petróleo, carvão), cuja energia química o homem emprega para movimentar automóveis, fábricas, gerar eletricidade, etc.

Energia nuclear ou atômica é a energia que se origina das reações nucleares. Pode-se obtê-la pelo processo de fissão nuclear dos elementos químicos pesados (urânio e plutônio) em reatores nucleares, ou pelo processo de fusão nuclear dos elementos químicos leves (hidrogênio transformando-se em hélio). Este último,



de transformação de hidrogênio em hélio, acontece continuamente no interior do Sol e é responsável por toda a sua energia. As reações nucleares de fissão trazem sérios riscos à segurança, pois o “lixo atômico” leva centenas de anos para reduzir sua radioatividade a níveis não prejudiciais à saúde humana. Já as reações de fusão não têm sido implementadas pelo homem porque ainda requerem mais energia do que são capazes de gerar. (BARROS & PAULINO, 1997, p. 91-92).

Após os textos, o princípio de conservação da Energia é apresentado e novos exemplos de transformações de Energia são citados. O restante do capítulo é destinado ao estudo da Energia mecânica, evidenciando as equações que possibilitam a medida da Energia cinética, Energia potencial gravitacional e Energia potencial elástica.

Um texto – **Fontes Renováveis de Energia** – é a grande novidade desse capítulo em relação aos livros anteriores.

Fontes renováveis de energia – A nossa civilização foi construída com recursos energéticos não-renováveis. Não se ergueu calçada, por exemplo, no uso do calor vindo do Sol, que existe em abundância para todos e assim será pelo menos por mais uns cinco bilhões de anos. Mas, até o momento, depende intensamente do carvão, do petróleo e do gás natural – os combustíveis fósseis. A crise mundial do petróleo na década de 1970, com a queda da oferta e o aumento do preço do produto, levou os homens a questionarem a dependência quase exclusiva de recursos não-renováveis. Esse aspecto, somado à crescente consciência ecológica surgida nos anos 60, impulsionou a busca de fontes alternativas, renováveis de energia. Hoje é bastante evidente também que, além de mais seguras, as fontes renováveis não deterioram o ambiente, como os derivados de petróleo, que poluem o ar e aumentam a temperatura do planeta, alterando significativamente o seu clima. Além da procura de novas fontes de energia, há pesquisas voltadas para o desenvolvimento de máquinas mais econômicas e de novos materiais. (BARROS & PAULINO, 1997, p. 96).

No capítulo 15 – **O Calor** – esta noção é citada como uma forma de Energia e é usada como “o melhor exemplo de que a energia se transfere de um corpo para outro.” (BARROS & PAULINO, 1997, p. 99). Um dos primeiros itens do capítulo – *Calor e temperatura são conceitos diferentes* – procura evidenciar esta distinção.

Todos os corpos do Universo irradiam calor – o que não significa que todos eles sejam quentes, no sentido cotidiano do termo. Calor é a energia do movimento das partículas que compõem a matéria e que se transfere de um corpo para outro.

Temperatura não é energia. É uma medida do estado de agitação das partículas de um corpo.

Um corpo tem a mesma temperatura que o outro se, entre eles, não há transferência de calor. (BARROS & PAULINO, 1997, p. 99).

O conceito de Calor latente é apresentado também como uma evidência na diferença entre temperatura e Calor. “Um corpo pode permanecer com sua temperatura inalterada, mesmo que esteja ganhando ou perdendo certa quantidade de calor – o calor latente.” (BARROS & PAULINO, 1997, p. 106).

Outra diferença desta edição quando comparada às anteriores refere-se à inserção de dois pequenos textos. O primeiro<sup>25</sup> procura responder a seguinte questão: Por que a pessoa sente frio após a anestesia geral?

[...] a anestesia geral causa a diminuição do metabolismo e, conseqüentemente, reduz a produção normal de calor do organismo. Além disso, durante a cirurgia, a superfície exposta do corpo (sem proteção de roupas, por exemplo) provoca perdas anormais de calor. Esses fatores, em conjunto, durante o ato anestésico-cirúrgico, diminuem a temperatura do organismo para valores tão baixos quanto 34,5 °C / 35 °C.

Para minimizar esses efeitos, utilizam-se colchões térmicos especiais. Mesmo assim, quando o paciente se recupera da anestesia e suas funções fisiológicas começam a se normalizar, ocorre o tremor, às vezes intenso, para que haja produção de calor e restabelecimento da temperatura normal. O paciente sente frio nessa fase. (BARROS & PAULINO, 1997, p. 106).

E o segundo<sup>26</sup>, inserido depois dos exercícios propostos, na seção “**Recicle**”, aborda o desperdício de Energia no país, além de apresentar o índice de economia esperado com a adoção do horário de verão.

O desperdício de energia é uma das formas mais habituais de desperdício. Acontece tanto nos lares quanto nos logradouros públicos. Não só o consumidor é responsável por ele, mas também as empresas fornecedoras, nas fases de geração, transmissão e distribuição. De acordo com dados da Eletrobrás, as perdas no sistema elétrico do país são de 17%. Algumas distribuidora estaduais já conseguiram chegar a níveis de 8%, como é o caso da Cemig, em Minas Gerais, e da Copel, no Paraná. Mas há estados em que a perda de energia gerada chega a 30%.

Uma medida que vem se repetindo há vários anos é a adoção do horário de verão: adianta-se em 60 minutos a hora oficial do país **na**

---

<sup>25</sup> Adaptado de: Folha de São Paulo, 14 de julho de 1996.

<sup>26</sup> Adaptado de: A Palavra de ordem é economizar energia. Ecologia e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 5 (58): 6-8, dez. 1995.

**maior parte dos estados**, visando uma economia de cerca de 1% da energia. Cada cidadão também pode cooperar, **utilizando adequadamente** a iluminação e os eletrodomésticos, tais como chuveiro, geladeira, ferros de passar, máquinas de lavar roupa e louças e secadoras. (BARROS & PAULINO, 1997, p. 108, grifo nosso).

O capítulo 16 – **As Ondas** – traz as questões: Como representar a Energia? Como representar o som, a radiação luminosa que chega à Terra, as ondas de rádio que transportam som e imagem até os aparelhos de televisão? Como resposta, os autores dizem:

Assim como a matéria, a energia também pode se deslocar ou, melhor, se propagar no espaço. Pode não só se transferir de um corpo para outro, como também se propagar onde haja ou não matéria. [...]  
Você já sabe que os corpos e suas partículas constituintes se movimentam. É o que acontece também com a energia.  
A energia se propaga através de ondas. (BARROS & PAULINO, 1997, p. 109).

Dois novos textos complementares presentes neste capítulo fazem uso da noção de Energia. São eles: ***Ondas podem ultrapassar 30 m de amplitude e Como o forno de microondas aquece os alimentos?*** O primeiro<sup>27</sup> texto aborda os Tsunamis e o fator responsável pela sua origem, além de exemplificar algumas catástrofes proveniente das ondas gigantes. O segundo<sup>28</sup> cita a frequência aproximada das microondas, sobre quais moléculas elas atuam e a dependência do tempo de cozimento para com a potência do forno e a massa de alimento. É explorada também a condução como responsável pelo aquecimento do recipiente que contém o alimento.

## CONSIDERAÇÕES

A edição de 1997 reforça a tendência de apresentar o estudo sobre Energia no início do livro. Em 1985 e 1987, o conceito era oficialmente tratado nos capítulos

---

<sup>27</sup> Adaptado de: Superinteressante, jun. 1995, p. 23.

<sup>28</sup> Adaptado de: Globo Ciência, fev. 1995, p. 17.

finais. No livro de 1993 ocorreu uma inversão na ordem das disciplinas estudadas e o capítulo de **Matéria e Energia** estava mais no início do livro, no capítulo 4. A partir de 1997, o tema Energia passa a ser apresentado no capítulo de abertura.

Diferentemente dos livros anteriores, os autores alertam para a distinção que a denominação Energia possa ter na linguagem científica e na do dia-a-dia. “**Em linguagem científica**, dizemos que energia é a capacidade de realizar um trabalho.” (BARROS & PAULINO, 1997, p.7, grifo nosso). O conceito de trabalho de uma força não é explicado neste capítulo. Sua abordagem ocorre no capítulo 12. Neste capítulo, novamente os autores procuram alertar para a distinção entre a linguagem comum e a linguagem da Física, afirmando que em linguagem comum, um dos seus significados está associado à idéia de “esforço”. Mas as figuras utilizadas, pessoas empurrando objetos, podem ser associadas pelos alunos mais às idéias de senso comum acerca da noção de Trabalho, como “esforço físico” e “atividade humana”, do que da noção científica.

As pesquisas, discutidas no capítulo 2, apontam que muitos alunos têm uma idéia de Energia como combustível e também vêem força e Energia como sinônimos. Os autores procuram distinguir os conceitos de força e Energia através do mesmo texto utilizado no livro anterior, “***Eu tenho a força!***”. No entanto, as abordagens realizadas ao longo do livro pouco favorecem a compreensão destes conceitos e sua distinção. Não há também enfoques que procurem elucidar que combustível não é Energia, mas que “contém” ou são “fontes” de Energia. Abordagens como: “[...] a força gerada pelo motor com a queima do combustível transmite para as rodas uma força de tração, capaz de vencer as forças de resistência do ar e de atrito.” (BARROS & PAULINO, 1997, p. 60); ou ainda, “O foguete, através do combustível, exerce força sobre os gases [...]” (BARROS & PAULINO, 1997, p. 65) pouco contribuem para elucidar diferenças entre os conceitos de Energia, força e combustível. As pesquisas sobre concepções alternativas relatam que muitos alunos têm uma concepção de Energia como combustível.

A abordagem realizada acerca da noção de Energia neste livro é praticamente a mesma em relação aos livros anteriores, com o mesmo enfoque. As mudanças que ocorrem são pontuais e se devem à inserção de novos textos de leituras complementares, independentes do texto principal.

Textos como – **Fontes Renováveis de Energia** – destacam fatos que permitem evidenciar a evolução científica e a emergência de novas fontes de Energia como dependentes e relacionadas a fatores políticos, sociais e econômicos. Em **Economia de Energia: Uma Guerra Contra o Desperdício**, podem surgir discussões referentes ao uso consciente da Energia, estratégias na tentativa de reduzir o desperdício, análises dos fatores responsáveis pelo melhor índice de aproveitamento em algumas distribuidoras, a compreensão do motivo pelo qual se adianta o relógio em uma hora durante o horário de verão, assim como os fatores geográficos determinantes para escolha dos estados participantes. E há principalmente a possibilidade de estudo de medidas a serem adotadas visando uma economia na conta de Energia elétrica, favorecendo iniciativas de uso coerente de eletrodomésticos e identificando os aparelhos que necessitam maior quantidade de Energia para seu funcionamento, entre outras possibilidades. Porém, por serem tratados como independentes do texto principal, receamos que fiquem marginalizados.

Outros textos, também complementares, apresentam inadequações. Como em **Alguns exemplos de transformação de energia nos seres vivos**, em que se afirma: “[...] o peixe-elétrico ou poraquê (*Electrophorus electricus*), que é capaz de gerar uma **corrente elétrica superior a 200 volts**.” (BARROS & PAULINO, 1997, p. 9, grifo nosso). Volts (V) é unidade de medida de tensão elétrica e não de corrente elétrica. A confusão terminológica pode resultar em obstáculos posteriores aos alunos.

Em **Atrito com o ar eletrifica carros de corrida**<sup>29</sup> temos:

Com a alta velocidade, o atrito do carro com o ar arranca **cargas negativas (elétrons) dos átomos** que estão na superfície do metal. O veículo fica, então, com **cargas positivas (prótons) sobrando**, que podem se transformar em faísca a qualquer momento. Se isso acontecer durante o abastecimento, a faísca fará com que o combustível incendeie. Mas existem meios para evitar esse perigo. Antes de começar a corrida, são instaladas no chão do boxe pequenas chapas flexíveis de cobre, metal condutor de eletricidade. Segundo o engenheiro mecânico [...], essas pequenas chapas **retiram as cargas positivas da lataria**. Quando o carro passa, as placas esbarram no chassi e **absorvem as cargas positivas**, passando-as para o solo, que tem cargas negativas sobrando. [...] (BARROS & PAULINO, 1997, p. 65, grifo nosso).

---

<sup>29</sup> Adaptado de: Superinteressante, outubro de 1993, p. 18.

O texto afirma que as partículas positivas são denominadas de prótons, presentes no núcleo dos átomos. Na seqüência, diz que as placas de cobre retiram as cargas positivas da lataria, sugerindo então que, são os prótons em excesso que são absorvidos pela placa. A “eletrificação” ou “carga” de um corpo ocorre quando há um desequilíbrio entre o número de prótons e elétrons, que se dá pela transferência de elétrons e não de prótons, como sugere o texto.

Vale lembrar que esta edição foi aprovada na avaliação dos livros didáticos realizada pelo MEC, sendo recomendada pelo PNLD 1999. Associamos algumas mudanças identificadas neste livro como provenientes dessa avaliação. Por exemplo, buscando atender a um dos critérios eliminatórios para a análise dos livros didáticos – riscos à integridade física do aluno – nesta obra os autores alertam mais claramente para o perigo da descarga elétrica emitida por alguns animais. “As descargas elétricas emitidas por um peixe-elétrico são, às vezes, suficientes para matar um ser humano.” (BARROS & PAULINO, 1997, p. 9). Já práticas experimentais e/ou apresentação de figuras que pudessem afetar a integridade física dos estudantes, como ocorreu nas edições anteriores, foram retiradas.

Outro critério, agora classificatório, e que os autores procuram atender, é referente à apresentação do conhecimento científico como distinto do conhecimento prévio do aluno. No entanto, a abordagem realizada, como já argumentado, pouco contribui para que o aluno perceba os limites de utilização de cada um, assim como a compreensão dos modelos cientificamente aceitos hoje em dia. A valorização da experiência do aluno, como ponto de partida para o desenvolvimento dos saberes cientificamente sistematizados, não é favorecida pela obra didática analisada.

#### **2.3.4 O livro de Ciências de 2002**

Como já ocorreu no livro de 1997, a noção de Energia é apresentada no capítulo inicial do livro. O quadro (*Trabalhe estas idéias*) de abertura traz três questões, destacamos uma delas: “O calor não pode ser visto; a luz não pode ser tocada. Como podemos afirmar que existem?” (BARROS & PAULINO, 2002, p.7).

A noção de Energia é relacionada à transformação da matéria. “[...] a matéria pode sofrer transformações. Para entender como elas acontecem, precisamos compreender o conceito de energia, pois ela está diretamente envolvida nesse processo.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 8).

Os autores apontam para a idéia de que os alunos atribuem eletricidade à noção de Energia.

Normalmente, quando pensamos em “energia”, a primeira idéia que temos é a de eletricidade, que é uma forma de energia (elétrica). Mas há outros tipos, como a cinética, relacionada com o movimento, e a térmica, associada ao calor e à temperatura. (BARROS & PAULINO, 2002, p.8).

Os autores reconhecem neste capítulo a dificuldade de se definir Energia, e não a fazem. “É muito difícil definir energia, mas ela é facilmente percebida, pois qualquer fenômeno precisa dela para ocorrer. Por exemplo, o deslocamento de um objeto no espaço ou a sua transformação sempre envolvem energia.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 8).

Antes de apresentarem uma série de exemplos de transformações de Energia, os autores trazem um novo quadro (*Discutam estas idéias*) com as seguintes questões: “Vocês podem imaginar como seria o “mundo” se não existisse energia? Será que existiria “mundo”? Quando esfregamos as mãos uma contra a outra, elas esquentam. Por que isso acontece?” (BARROS & PAULINO, 2002, p.9).

Na seqüência do capítulo, ao abordarem exemplos de transformações de Energia, os autores procuram responder uma das questões anteriores. “Quando esfregamos uma mão contra a outra, parte da energia cinética (do movimento das mãos) é transformada em calor (energia térmica). Quanto mais intenso o movimento, maior a quantidade de calor gerada.” (BARROS & PAULINO, 2002, p.12).

Ao citarem exemplos de transformação de Energia química em Energia mecânica, os autores comparam o funcionamento de nosso organismo ao motor de um carro.

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

combustível. Nosso corpo armazena o excesso de alimentos sob a forma de gordura, por exemplo. (BARROS & PAULINO, 2002, p.9).

Há a apresentação de uma tabela contendo os valores energéticos de alguns alimentos e o tempo necessário de diversas atividades físicas para o consumo desses valores. Isto demonstra a preocupação com a saúde e alerta para os riscos de dietas inadequadas, sugerindo a prática de exercícios físicos regulares, por exemplo. O texto também aborda o problema do excesso de peso, principalmente nos países industrializados, e a carência de alimentos em países subdesenvolvidos.

No estudo da transformação de Energia química em Energia luminosa é utilizado o exemplo do vaga-lumes. “Podemos imaginar que no corpo desses insetos existe um pequeno laboratório de química: as chamadas ‘lanternas’, nas quais ocorre o processo de geração de luz.” (BARROS & PAULINO, 2002, p.11, grifo do autor).

Ao término do capítulo são apresentados dois textos complementares. O primeiro trata de formas alternativas de Energia, com enfoque para a crise de 2001, responsável por novas medidas para estimular a busca de fontes alternativas, visando substituir as formas tradicionais. O segundo texto apresenta um panorama da Energia eólica, citando suas principais vantagens.

Não há ao longo deste primeiro capítulo alertas visando a utilização consciente, ou seja, sem desperdício da Energia elétrica. No entanto, a falta de Energia elétrica e as questões ambientais relacionadas à sua geração são sugeridas como pesquisa – em que os alunos devem procurar notícias publicadas em jornais e/ou revistas.

No capítulo destinado às medições e às principais unidades de medida (capítulo 2), o conceito de temperatura é apresentado como “[...] a propriedade da matéria que determina se o calor (energia térmica) pode ser transferido de um corpo para outro e a direção dessa transferência.” (BARROS & PAULINO, 2002, p.23). Diferentemente dos livros anteriores, o conceito de temperatura não é definido como a medida associada ao grau de agitação das moléculas de um corpo.

Há inserção de um novo capítulo no início da unidade destinada ao estudo da Física – ***Física: uma Ciência muito especial*** – que evidencia algumas relações entre Ciência e Tecnologia, Ciência e Cultura e Ciência e Ética. Procura também alertar para o caráter dinâmico das Ciências e de se fazer Ciências.



Um dos tópicos do capítulo é destinado a uma situação hipotética de uma viagem ao passado, início do século XX, no ano de 1902.

Se essa viagem ao passado for bem realizada pela sua imaginação, ao chegar a sua casa você vai se maravilhar com coisas que antes não lhe pareciam muito importantes. 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).

O que a física estuda? Esta é uma das questões propostas no capítulo. Os autores argumentam que o trabalho do físico é tentar entender o comportamento da natureza.

Na busca dessa compreensão, o cientista se apóia nas regularidades que acredita existirem nos fenômenos naturais, como as que os físicos chamam de leis de conservação, que podem ser entendidas como a busca dos fenômenos nos quais algo não muda, mas se conserva.

Sendo a “grande busca” da física, essas leis de conservação passam a ser as grandes protagonistas da história que a física conta, e todas as outras personagens estão de alguma forma relacionada a ela. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 65).

Ao questionarem o motivo pelo qual se estuda física, os autores citam os inúmeros aparatos tecnológicos, que têm sua construção e funcionamento relacionado aos conhecimentos físicos. Como exemplo:

[...] para saber qual aparelho eletrodoméstico consome mais energia e como controlar esse gasto ou entender um reportagem sobre determinada descoberta científica, precisamos de certa familiaridade com os conceitos da física.

Desse modo, estudar física contribui para o exercício da cidadania. Esse conhecimento, como qualquer outro, tem o poder de nos tirar da posição passiva de meros espectadores e nos colocar como membros ativos no processo de desenvolvimento da cultura humana. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 66).

Num texto complementar ao final do capítulo, a Energia nuclear é utilizada ao abordar a discussão “A Ciência e a ética”, como:

Em geral, uma grande descoberta científica vem seguida de uma série de discussões em torno da ética: até onde essa novidade pode

nos levar? Será ela boa ou ruim? Que utilização faremos desse novo conhecimento?

Foi assim com a descoberta da eletricidade, da energia nuclear (que levou à fabricação da bomba atômica) [...].

Não é o conhecimento científico que traz riscos à humanidade e ao planeta, mas a utilização que fazemos dele. A energia nuclear, por exemplo, pode ser utilizada tanto na medicina e na geração de eletricidade quanto na fabricação de armamentos extremamente mortais. (BARROS & PAULINO, 2002, p.67).

O capítulo 12, destinado ao estudo da Energia, inicia como nos demais, a partir do quadro (*Discutam estas idéias*), que questiona aos alunos: O que você imagina que acontece em uma hidrelétrica para que ela possa fornecer Energia elétrica? O que acontece com a Energia elétrica quando ela chega à sua casa? Como ela é utilizada?

Em seguida, afirma-se que:

[...] quando falamos de energia, estamos nos referindo a uma das formas em que ela pode aparecer. Já falamos de energia química (presente nos alimentos), térmica (ligada à mudança de temperatura), luminosa (emitida pelas lâmpadas ou por certos insetos), cinética (ligada aos movimentos) e elétrica (ligada à eletricidade). (BARROS & PAULINO, 2002, p. 133).

Não se procura definir Energia, neste momento, mas evidenciar as múltiplas formas que ela pode se manifestar. A discussão é iniciada pela Energia elétrica.

Como o nome indica, os eletrodomésticos dependem da energia elétrica para funcionar. Em cada aparelho essa energia é convertida em outra forma: um ventilador a converte em energia cinética; uma lâmpada, em energia luminosa; uma geladeira, em energia térmica; etc. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 133).

Para complementar a discussão proposta inicialmente, os autores enfocam as transformações de Energia numa hidroelétrica. A partir da questão “[...] a usina “produz” energia elétrica?” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 133), o leitor é alertado para o fato da Energia não poder ser produzida, mas apenas transformada.

Em outro momento, para obter a quantidade de Energia “consumida” por uma máquina, os autores alertam em nota no rodapé que todas as vezes que se referirem a consumo, utilizarão aspas para deixar claro que a Energia não pode ser consumida, mas apenas transformada. Outros exemplos de transformação da

Energia são utilizados ao longo deste capítulo, como as que ocorrem num automóvel e algumas transformações da Energia solar.

O restante do capítulo é destinado às formas da Energia mecânica, seu cálculo e sua conservação. Para medir a Energia, é utilizada a definição de Energia como capacidade de realizar trabalho, alertando para sua restrição ao campo da Física, mas não da mecânica. Antes da abordagem da conservação da Energia mecânica, o quadro (*Trabalhe esta idéia*) traz uma adaptação sintetizada do texto de Richard Feynman<sup>30</sup> - *O que é energia?*

No dia de seu pagamento, Dalva comprou uma quantidade de bloquinhos de madeira e os repartiu em quantidades iguais entre seus três filhos: Marcelo, Otávio e Débora. Após o almoço, deixou-os brincando no quarto.

No fim da tarde, foi ver as crianças que continuavam brincando no quarto e verificou que nenhuma estava com a quantidade inicial que havia ganhado. Marcelo esta com uma quantidade maior de bloquinhos do que seus irmãos.

Dalva fez uma contagem e percebeu que faltavam alguns blocos. Ela perguntou às crianças se alguma delas havia saído do quarto ou se haviam jogados algum bloquinho fora. A resposta foi negativa.

a) Pensando na quantidade de blocos de madeira, o que mudou e o que não mudou durante a tarde?

b) O que você imagina que deve ter acontecido com os bloquinhos faltantes? (BARROS & PAULINO, 2002, p. 137).

Após as questões propostas no quadro anterior, o princípio da conservação da Energia é apresentado.

Os físicos buscam as regularidades que acreditam existir no comportamento dos fenômenos naturais e entre essas regularidades estão as leis de conservação: a busca dos fenômenos em que algo não muda, se conserva.

Uma das coisas que os cientistas acreditam que se conserva é a energia. A quantidade total de energia jamais pode ser alterada, pois ela não pode ser criada nem destruída, apenas passa de uma forma para outra.

Esse é o princípio da conservação da energia, um dos princípios fundamentais da física. Ele é válido para todos os fenômenos do universo – desde os que acontecem em aglomerados de galáxias, passando pelas células de nosso corpo, até as diminutas partículas que compõem a matéria. Assim, podemos dizer que a quantidade de energia que existia no início do universo é igual à que existe hoje. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 138).

---

<sup>30</sup> O texto está presente no livro: As palestras de Feynman sobre física.

Ao fim do capítulo, encontramos uma conta de Energia elétrica com algumas informações já em destaque, como o consumo do mês atual, a tarifa (preço do quilowatt-hora) e um texto referente à busca de novas fontes de Energia, já utilizado no livro de 1997. Há também uma proposta de pesquisa sobre “tipos” de Energia alternativa usadas atualmente ou em fase de pesquisa, apontando as vantagens e desvantagens de cada uma, além da possibilidade de implantação na comunidade em que os alunos vivem.

O capítulo 13 – **Temperatura** – inicia com questões presentes no quadro *Discutam esta idéia*. “Coloque a mão na parte de ferro de uma cadeira e depois na parte de madeira. O que é mais quente: o ferro ou a madeira? Elaborem hipóteses para explicar a conclusão a que chegam.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 144). No livro do professor, os autores sugerem que as respostas dos alunos não sejam contestadas inicialmente, deixando que as atividades e reflexões oportunizadas ao longo do capítulo estimulem os alunos a reverem o conceito de temperatura.

Uma figura ilustra uma menina dizendo: “Estou com calor!”, e sendo alertada para a diferença dada às denominações de temperatura e calor no dia-a-dia e na Física.

No dia-a-dia, as palavras calor e temperatura são usadas para dizer a mesma coisa. Em física, esses conceitos são bem diferentes. [...] Em geral, é comum as pessoas dizerem a frase acima para expressar a sensação térmica em relação ao ambiente, e todos entendem exatamente o que quer dizer. Mas em física essa frase está errada. Não fica claro também, do ponto de vista da física, dizer “a comida está quente demais”. Veremos que, para dizer isso, é sempre necessário indicar uma referência de temperatura, que servirá de base para garantir essa afirmação. Algo pode estar mais quente que outro. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 145).

No final do capítulo há um texto de leitura complementar – **O mecanismo de regulação da temperatura e a ação da febre** – que destaca a febre como defesa do organismo e aborda processos utilizados pelo organismo para elevar ou abaixar a temperatura do corpo humano.

[...] o hipotálamo, que, entre outras funções, regula a maior parte ou menor produção de calor pelo organismo. [...]

Há três formas de o organismo elevar sua temperatura: produzir mais calor dentro do sistema; reduzir as perdas de calor para fora do sistema; introduzir calor no sistema.

O que o organismo humano faz para produzir mais calor? Sabemos que, enquanto a febre está subindo, nossos músculos se contraem e tremem. É assim que o organismo gera o calor necessário à elevação de temperatura. Nesse processo, apenas 25% da energia consumida é utilizada no trabalho mecânico do tremor dos músculos. Os 75% restantes são liberados como calor, que eleva a temperatura do corpo. [...]

Para diminuir as perdas para o ambiente o organismo reduz a circulação sanguínea periférica, ou seja, transporta menos calor para a superfície do corpo, evitando a perda de calor através da pele.

[...] Ao mesmo tempo, livramo-nos dos agasalhos, para perder calor mais rapidamente.

O último recurso – introduz calor no sistema – fica por conta dos chás quentes e da procura de um bom aquecimento (lareira, aquecedor de ambientes internos), quando esse recurso está disponível. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 153).

No estudo do Calor – capítulo 14 – novamente se alerta para distinção entre os conceitos de temperatura e calor. No quadro *Discutam esta idéia* esta diferença também é evidenciada.

Num dia quente de verão, ao passearem pela praça, Mateus e Beatriz compraram um sorvete para se refrescar. O sorvete logo começa a derreter e escorrer. Todo lambuzado, Mateus comenta com Beatriz: “Acho que ele já estava desmanchando...” Ela responde, sorrindo: “Não, seu bobo, é que o calor está muito forte e o sorvete não agüentou”.

Por que o sorvete derreteu? O conceito usado por Beatriz está correto? (BARROS & PAULINO, 2002, p. 156).

A condução térmica e as formas de propagação do Calor são algumas das noções tratadas na seqüência do capítulo.

Você deve saber, de sua experiência diária, que certos materiais podem transmitir calor com mais facilidade do que outros. É mais fácil segurar uma panela quente com cabo de madeira ou com cabo de metal?

Existem materiais que deixam o calor “passar” facilmente através deles; dizemos que eles são bons condutores de calor. [...]

Outros materiais impedem ou diminuem a passagem do calor através deles; eles são maus condutores de calor ou isolantes térmicos. [...]

Quando tocamos na madeira e no ferro, temos a sensação de que o ferro é mais frio. Mas se ambos estão no mesmo recinto durante muito tempo, eles deverão ter a mesma temperatura, pois já terão trocado calor até entrarem em equilíbrio térmico. Então, por que a sensação é diferente?

A explicação está na capacidade de condução térmica dos materiais. Quando tocamos no ferro, passamos calor de nossos dedos para ele. Como o ferro é um bom condutor de calor, rapidamente ele distribui o calor recebido para todas as suas partes. Quando tocamos na madeira, o calor passado pelo nosso dedo aquece, principalmente, um mesmo lugar na superfície da madeira, próximo ao nosso dedo, pois a madeira é um mau condutor.

Assim, temos a sensação de que o ferro está mais frio, pois a energia térmica está sendo contínua e rapidamente distribuída. Na madeira o calor é transmitido muito lentamente, aquecendo principalmente a região próxima ao toque. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 156-157).

No final do capítulo, há dois textos sugeridos como leitura complementar. O primeiro ressalta singularidades entre a vida dos esquimós e beduínos, como a função dos iglus e das roupas grossas. Já o segundo texto trata do papel dos componentes de uma garrafa térmica moderna na minimização dos efeitos das trocas de calor.

Questões referentes ao funcionamento das usinas termelétricas são sugeridas como pesquisa. “Como elas transformam energia térmica em energia elétrica? Quais as vantagens e desvantagens de cada tipo dessas usinas? Usar energia térmica na “produção” de energia elétrica é uma boa solução?” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 164).

Muitos dos textos complementares presentes ao término dos capítulos, localizados principalmente na unidade destinada ao estudo da Física, fazem uso da noção de Energia e/ou Calor, entre outros, como:

**Nas ondas radicais do surfe:** O texto questiona o leitor como os surfistas conseguem fazer manobras e deslizar até a praia se as ondas não transportam matéria. É então explicado que estas ondas não são a rigor as ondas com as características estudadas e quebram quando próximas à praia, o que resulta no transporte de matéria. Para ondas com mais de 10 m de altura é advertido para o risco de morte devido à imensa massa de água deslocada.

**Raios cortantes: o laser.** O laser é apresentado como diferente da luz comum por ser formado por ondas em que predomina um comprimento de onda, uma frequência. As três partes constituintes do laser - a substância que gera a luz, a fonte de Energia e os espelhos especiais - são explicitadas. São discutidos ainda algumas aplicações do laser na indústria, medicina, engenharia e aparatos tecnológicos.

**Como funciona uma máquina de xérox<sup>31</sup>:** Explica os principais constituintes de uma máquina fotocopadora. O texto não é acessível ao nível cognitivo dos alunos nesta série do Ensino Fundamental e utiliza a denominação “xerox”, divulgando impropriamente o nome de uma empresa.

**A lâmpada de filamento de tungstênio:** O texto cita o filamento de tungstênio como fonte de luz e como muito resistente a altas temperaturas. Explica o motivo pelo qual o filamento fica num bulbo de vidro de baixa pressão e adverte ainda para o baixo rendimento e para a pouca durabilidade desse tipo de lâmpada.

**As auroras e o campo magnético terrestre:** É apresentado o vento solar como o fluxo de partículas eletrizadas provenientes do Sol e o desvio e aceleração dessas partículas na direção dos pólos devido ao campo magnético terrestre. Além de evidenciar que estas partículas aceleradas liberam luz e calor em atrito com o ar, dando origem às auroras Boreal e Austral, cita o risco aos seres vivos se estas partículas atingissem diretamente a superfície da Terra. Trata ainda das dificuldades relacionadas à exploração de Marte, uma vez que este planeta possui um campo magnético muito fraco.

**O que é radioatividade<sup>32</sup>:** O fenômeno é apresentado como a desintegração dos núcleos de alguns elementos instáveis, que emitem radiação. São citados ainda os principais elementos radioativos, o período de descoberta da radioatividade e os efeitos da radioatividade no ser humano.

## CONSIDERAÇÕES

A grande novidade desta obra quando comparada às demais é a inserção de vários quadros denominados **Trabalhe(m) esta(s) idéia(s) e discuta(m) esta(s) idéia(s)**. Estes questionamentos aparecem em todos os inícios de capítulos e ao longo da abordagem do conteúdo. Segundo os autores<sup>33</sup>, são propostas de situações-problemas, algumas baseadas na realização de uma experimentação

---

<sup>31</sup> Adaptado de: Globo Ciência, dez. 1996, p. 18.

<sup>32</sup> Adaptado de: PORTELA, F. & LICHTENTHALER FILHO, R. Energia Nuclear. São Paulo, Ática, 2000.

<sup>33</sup> Informações presentes no Manual do Professor na apresentação da estrutura e proposta da coleção.

simples e que propiciam a formulação de hipóteses sobre os conceitos a serem estudados.

Outras, ainda, **estimulam o aluno a expressar as noções prévias** provenientes de estudos desenvolvidos em anos anteriores, observações e vivências. Em todos esses casos, é importante que o educador não se atenha à correção rigorosa dos conceitos expressos, mas que, sobretudo, estimule o estudante a **tomar consciência de suas idéias iniciais** e a verificá-las no decorrer do estudo, reconhecendo episódios de **ocorrência de mudança conceitual** e valorizando seus passos no aprendizado. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 5 – Manual do professor, grifo nosso).

Os autores reconhecem a influência que as concepções de senso comum exercem no aprendizado de conceitos científicos. Alguns desses quadros, a serem apresentados ao longo da análise, procuram fazer com que os professores conheçam algumas dessas concepções presentes em seus alunos. Concordamos com os autores que o fato do aluno ter consciência de suas idéias iniciais favorece o aprendizado. Porém, não acreditamos na ocorrência de mudança conceitual, nos termos que esta idéia foi substituída pela de evolução conceitual.

Percebe-se também uma tentativa por parte dos autores de considerar alguns dados das pesquisas em concepções alternativas ou ao menos da influência destas na prática escolar. Por exemplo, no início do capítulo – **Matéria e Energia** – encontramos: **Normalmente, quando pensamos em “energia”, a primeira idéia que temos é a de eletricidade**, que é uma forma de energia (elétrica). (BARROS & PAULINO, 2002, p.8, grifo nosso).

Estudos diversos apontam para o fato de muitos alunos associarem Energia principalmente à eletricidade (TRUMPER, 1993; VIEIRA & PINHO ALVES, 2003). Esta é uma das concepções presentes no acervo de registros das noções de senso comum.

Os autores utilizam inúmeras vezes e em diferentes situações a denominação “tipos” e não “formas” de Energia. Entre os exemplos, destacamos:

Normalmente, quando pensamos em “energia”, a primeira idéia que temos é a de eletricidade, que é uma forma de energia (elétrica). Mas há **outros tipos**, como a cinética, relacionada com o movimento, e a térmica, associada ao calor e à temperatura. (BARROS & PAULINO, 2002, p.8, grifo nosso).



A energia potencial é aquela armazenada em um corpo em relação a um nível de referência quando sobre esse corpo atua uma força. Podemos entender um corpo com esse **tipo** de energia como capaz de realizar trabalho, bastando que mude sua posição. Na energia mecânica, a energia potencial pode ser de dois **tipos**: gravitacional ou elástica. (BARROS & PAULINO, 2002, p.135, grifo nosso).

[...] a energia nunca é criada nem destruída, mas sempre transformada de um **tipo** para outro. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 166, grifo nosso).

[...] o aparelho elétrico transforma a energia elétrica em **outro tipo** de energia (calor, no caso do chuveiro; movimento, no caso de uma batedeira; som, no caso do rádio; etc.). (BARROS & PAULINO, 2002, p. 224, grifo nosso).

Sabemos que a energia elétrica pode ser transformada em **outros tipos** de energia: luminosa (principalmente nas lâmpadas); cinética (liquidificador, ventilador, batedeira, etc.); sonora e luminosa (no televisor, no rádio, no telefone, etc.); térmica (no chuveiro); e assim por diante. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 233, grifo nosso).

Ao utilizar a denominação “tipos” e não “formas” de Energia, o aluno pode não perceber que a Energia é uma só, porém se manifesta de diferentes formas. Segundo Bachelard (1996), são obstáculos verbais que constituem barreiras ao ensino e à aprendizagem de Ciências.

No capítulo 1 – **Matéria e Energia** – os autores afirmam: “[...] a matéria pode sofrer transformações. Para entender como elas acontecem, precisamos compreender o conceito de energia, pois ela está diretamente envolvida nesse processo.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 8). No entanto, a noção de Energia não é utilizada no capítulo 3 – **A Matéria, suas Propriedades e Transformações**. (ver tabela 7 na seção 2.2.5).

Não se define Energia no capítulo inicial do livro (Capítulo 1). “É muito difícil definir energia, mas ela é facilmente percebida, pois **qualquer fenômeno precisa dela para ocorrer.**” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 8, grifo nosso). Angotti (1991), ao alertar para as definições e científicisms que afugentam os alunos, ressalta que: “Na outra ponta, a extrapolação exagerada, esotérica das múltiplas interpretações atribuídas ao conceito. Um modismo que também não contribui para nossa tarefa.” (ANGOTTI, 1991, p.139). Este autor chama a atenção ainda:

[...] **aos perigos de se atribuir à energia tudo o que ocorre**, emprestando-lhe o significado de causalidade universal, um ‘substituto de Deus’, na expressão de Feymann. Isto é perigoso, antieducativo e precisa ser evitado. Dizer que a ‘pedra cai e o cachorro anda por causa da energia’ nada acrescenta além de mistificações. (ibdem, grifo nosso).

No capítulo 12, também destinado ao seu estudo, a definição comumente encontrada reaparece, mas restrita à Física. “**Em física**, pode-se afirmar que **energia é a capacidade de realizar trabalho.**” (BARROS & PAULINO, 2002, p 134, grifo nosso). Angotti (1991) afirma que a definição de Energia via capacidade de realizar trabalho é cíclica e pouco diz para a maioria dos estudantes. Considera que:

No ensino, energia ainda é sombra das grandezas clássicas consagradas pelas teorias clássicas, como massa e força. Sua definição a partir do conceito de trabalho físico é incompreensível e distante. Não podemos continuar por esse caminho. (ANGOTTI, 1991, p.137).

Angotti (1991) ressalta ainda que: “Associar o conhecimento sobre o assunto somente ao campo da Física aprisiona subjetivamente um conhecimento que pode ser essencialmente transdisciplinar.” (ANGOTTI, 1991, p.138). Bañas *et al.* (2004) argumentam que definir Energia a partir do trabalho mecânico restringe o conceito ao campo da mecânica e provoca confusões entre força, trabalho e Energia, além de não contribuir para uma idéia global da Energia, nem de suas transformações, conservação e degradação.

Não há ao longo das abordagens dos temas relacionados à Energia argumentos que procuram evidenciar a distinção entre os conceitos de força e Energia. Ao contrário disso, algumas sentenças parecem tratar estes conceitos como sinônimos. Por exemplo, no texto<sup>34</sup> de leitura complementar – **Formas alternativas de Energia** – temos:

No Brasil, embora ainda em seus primeiros passos, a geração de energia que aproveita a irradiação solar (energia solar), **a força dos ventos (energia eólica)** e os resíduos orgânicos (energia de biomassa) tem imenso potencial e cenário para se desenvolver. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 15, grifo nosso).

---

<sup>34</sup> Texto adaptado do sítio eletrônico da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para fins didáticos ([www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)).

As pesquisas em concepções alternativas, já argumentadas neste trabalho, corroboram que a noção de Energia é associada à força e que são usados como sinônimos. Driver *et al.* (1994) sugerem que esta confusão não é apenas terminológica, mas conceitual.

Referente à utilização do termo “trabalho”, não há rigor em seu emprego, além dos autores se contradizerem durante o capítulo destinado ao seu estudo – capítulo 11. No início deste, eles afirmam que: “[...] na física há uma grandeza chamada trabalho, cujo conceito **não é muito diferente** daquele que você usa no dia-a-dia.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 119, grifo nosso). Ao final do capítulo, na resolução de exemplos propostos, é afirmado o oposto: “Veja como o conceito físico de trabalho **difere do dia-a-dia.**” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 130).

Na seqüência do capítulo são estudadas máquinas simples, como alavancas e roldanas, em que a denominação “trabalho” se aproxima, em nossa leitura e interpretação, mais da linguagem cotidiana do que da científica. Por exemplo: “[...] máquinas simples construídas para **facilitar os trabalhos** que exigem grande esforço.” (BARROS & PAULINO, 2002, p.119, grifo nosso). Ou ainda, quando procuram responder a questão: Sempre se ganha usando máquinas? Encontramos: “Em física, nem tudo é ganho. Há perdas também. Na verdade, não há situações físicas em que só se ganha ou só se perde. **Tudo depende de como trabalhamos.**” (ibidem, p. 124, grifo nosso).

O quadro – *Trabalhe esta idéia* – traz as seguintes questões: O que significa trabalho para você? Quando dizemos que uma pessoa está trabalhando, o que queremos dizer? Estas questões que podem oportunizar aos alunos explicitarem suas idéias do termo trabalho são inseridas ao final<sup>35</sup> do capítulo. Em nosso entendimento, teriam maior eficácia se apresentadas no início do tema a ser estudado. Outro fator é que somente após estas questões a noção científica de trabalho é apresentada, mesmo tendo sido utilizada inúmeras vezes anteriormente a isso, neste e em outros capítulos.

Há ao longo da abordagem dos conteúdos algumas analogias. Ao estudar a transformação de Energia química em Energia mecânica, por exemplo, o funcionamento de nosso organismo é comparado ao motor de um carro, como citado na seção 2.3.4 deste trabalho. No estudo da transformação química em Energia

---

<sup>35</sup> A apresentação do conteúdo deste capítulo inicia na página 119 e termina na página 130. As questões mencionadas estão na página 128.

luminosa os autores utilizam o exemplo do vaga-lumes, citado também na seção 2.3.4.

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

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

Comparar o funcionamento do organismo humano ao de um veículo ou imaginar o corpo dos vaga-lumes como um laboratório de química dá a impressão de tornar os conceitos científicos mais acessíveis aos alunos, porém, a distorção a que são submetidos podem distanciá-los de sua significação na educação científica. O uso das comparações não auxilia no entendimento da transformação da Energia e pode possibilitar uma falsa sensação de aprendizado.

Ainda referente ao exemplo de transformação de Energia química em Energia luminosa, que ocorre nos vaga-lumes, os autores acrescentam: “O inseto é capaz de armazenar energia e, **através de uma série de reações químicas**, liberá-la sob a forma de luz para o ambiente.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 11, grifo nosso). Oliveira e Santos (1998), ao analisarem como se lida com as definições da Ciência, questionam como vem sendo utilizada a expressão “Energia química”, inclusive em livros didáticos. Afirmam que autores de livros didáticos “atribuem à noção de Energia química estatuto de algo cuja natureza é facilmente compreensível, bastando vinculá-la à ocorrência de algum tipo de reação química.” (OLIVEIRA & SANTOS, 1998, p. 20).

O livro refere-se, em diversos momentos, à Energia química como a Energia presente nos alimentos, fornecida e necessária ao organismo humano para se manter em atividade, sem abordá-la de forma mais completa. A Energia química também é mencionada como a Energia presente nos combustíveis e que é

transformada em energia térmica na combustão, entre outras formas. Ao citarem o exemplo de transformação de Energia que ocorre no automóvel, os autores afirmam: “Uma parte da **energia química do combustível** faz o motor funcionar, gerando energia cinética, que o movimenta e se converte em energia térmica no motor e nas rodas.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 134, grifo nosso).

Quanto à energia presente nas reações de combustão, Oliveira e Santos (1998), afirmam que, na verdade, o que é convertido em Calor e/ou trabalho mecânico não é a Energia química armazenada no combustível, mas sim o saldo energético do processo de queima. Segundo estes autores:

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

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

No capítulo 12 – **Energia** – ao tratarmos das transformações de Energia numa hidroelétrica, encontramos:

De onde vem a energia elétrica? “Da usina hidrelétrica” poderia ser a resposta.

Mas há algo mais nessa pergunta. Então, a usina “**produz**” energia elétrica? A resposta agora é “não”. **A energia não pode ser produzida**. Ela apenas é transformada. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 133, grifo nosso).

Porém, em outras situações foi utilizada a idéia de “produção” associada à Energia. Como em: “Numa usina hidrelétrica, a energia potencial da água é usada para girar as turbinas, cujo movimento é transmitido ao eixo de um gerador elétrico, onde é **produzida** a energia elétrica.” (BARROS & PAULINO, 2002, p.238, grifo nosso).

Ainda exemplificando transformações de Energia, é citada a Energia solar. “A energia do Sol também se transforma continuamente. Chegando à Terra na forma de calor e luz, parte da energia solar é absorvida pelos oceanos e pelo solo. As

plantas usam essa energia para **fabricar** o seu alimento e crescer.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 134, grifo nosso). Kawasaki e Bizzo (2000), ao analisarem a compreensão dos estudantes do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental sobre nutrição vegetal, constataram idéias em estudantes que pouco se aproximam do modelo científico. “Eles não compreendem que plantas realizam nutrição autotrófica e possuem idéias genéricas de aspectos isolados de seus processos que não permitem uma compreensão do funcionamento desta função vital em plantas.” (KAWASAKI & BIZZO, 2000, p. 25). Os autores argumentam que a definição clássica de fotossíntese como “[...] processo pelo qual as plantas produzem seu alimento” é “descolada” daquilo que os estudantes já sabem. “Este enunciado aparentemente simples não faz sentido para o estudante, que não consegue ter uma compreensão global e coesa de ‘como as plantas se alimentam’” [...]. (ibidem). Os autores argumentam ainda sobre a necessidade de incorporar novos conhecimentos que expliquem como ocorrem as reações químicas no interior das células e o papel da Energia nestes processos.

Algumas tentativas de contextualizar os temas a serem tratados são desconexas, sem qualquer relação com o conteúdo estudado, e parecem sugerir a ausência da noção de invariância por parte dos autores. Por exemplo, antes dos autores apresentarem o princípio da conservação da Energia, encontramos:

Você já deve ter ouvido um comentário como este: “puxa, ela não mudou nada!”. Comentários assim não são necessariamente verdadeiros, pois as pessoas mudam. Ficam maiores (na maioria das vezes), mais ou menos escuras (quando tomam ou não sol), mais velhas, etc.

Quando fazemos um comentário como aquele, estamos dizendo que a pessoa mudou pouco desde a última vez que a vimos, mas com certeza ela mudou. Então, você poderia dizer: “isso é assim mesmo; afinal, tudo muda!”.

No capítulo 6, dissemos que o trabalho do físico é tentar entender o comportamento da natureza para compreender o presente e fazer previsões. Os físicos buscam as regularidades que acreditam existir no comportamento dos fenômenos naturais e entre essas regularidades estão as leis de conservação: a busca dos fenômenos em que algo não muda, se conserva.

Uma das coisas que os cientistas acreditam que se conserva é a energia. 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. 137-138).

Há também situações em que os autores procuram inter-relacionar conteúdos de diferentes áreas das Ciências, mesmo que estes não sejam evidentes. No capítulo 15 – **Ondas** – anterior à apresentação dos conceitos de frequência e período, assim como a relação entre as duas grandezas, os autores trazem no quadro *Trabalhe estas idéias*, o seguinte texto:

Em geral, o ciclo menstrual das mulheres é de cerca de 28 dias. Periodicamente, caso não tenha havido fecundação do óvulo, o endométrio (tecido que reveste o interior do útero) descama e é eliminado (menstruação).

Se o óvulo é fecundado e ocorre uma gravidez, o período de gestação é de aproximadamente 9 meses. Isso quer dizer que, sempre que um óvulo for fecundado, em circunstâncias normais decorrerá um tempo de aproximadamente 9 meses para o nascimento da criança.

Com essas informações, você seria capaz de dizer qual é a relação entre período e tempo? Qual é a diferença entre esses dois conceitos? (BARROS & PAULINO, 2002, p. 171).

Há uma tentativa, por parte dos autores, de estabelecer ligação com a Biologia. No entanto, é muito difícil para o aluno entender a relação entre os conceitos de período e frequência de uma onda a partir do texto proposto.

Diferentemente das obras anteriormente analisadas, nesta edição o conceito de temperatura é também abordado nos capítulos iniciais – Capítulo 2. O quadro – *Trabalhe esta idéia* – traz a seguinte questão: O que ocorrerá se misturarmos um copo com água fervendo a outro com água à temperatura ambiente?

Para responder esta questão, os autores apresentam a grandeza temperatura, como: “[...] **propriedade da matéria** que determina se o **calor (energia térmica)** pode ser transferido de um corpo para outro e a **direção dessa transferência.**” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 23, grifo nosso). A resposta da questão proposta é dada em seguida no texto: “A energia térmica é transferida espontaneamente de um corpo mais quente para outro mais frio. Assim, quando misturamos água quente com água fria, ocorre transferência de calor da água quente para a água fria.” (ibidem, p. 23).

No entanto, os autores dão outra definição ao conceito de temperatura no capítulo que estuda o Calor: “Temperatura é a taxa de agitação das partículas (átomos e moléculas) que compõem uma substância.” (BARROS & PAULINO, 2002,

p. 155). Mortimer e Amaral (1998) ressaltam que: “A temperatura é a **propriedade** que nos diz a **direção do fluxo de energia**” (p.31, grifo nosso).

Quanto ao conceito de Calor, ele é apresentado como uma forma de Energia: “Mas há outros tipos, como a cinética, relacionada com o movimento, e a **térmica, associada ao calor e à temperatura.**” (ibdem, p. 8, grifo nosso). A Energia térmica, denominada pelos autores em inúmeras situações de Calor, é associada a este conceito e ao de temperatura, sem, no entanto, procurar evidenciar a distinção entre as grandezas, comumente tratadas como sinônimas pelos alunos. Isso ocorrerá nos capítulos 13 e 14, específicos para o estudo da Temperatura e Calor, respectivamente.

O capítulo 13 – **Temperatura** – inicia a partir do quadro *Discutam esta idéia*, que traz as questões: “Coloque a mão na parte de ferro de uma cadeira e depois na parte de madeira. O que é mais quente: o ferro ou a madeira? Elaborem hipóteses para explicar a conclusão a que chegaram.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 144). Esta questão não é respondida prontamente na seqüência do capítulo. E outras questões relacionadas a esta são apresentadas, como: “Será que podemos garantir que nossos sentidos nunca ‘falham’? Será que a madeira e o ferro estão a temperaturas diferentes, como parece na situação mostrada em ‘Discutam esta idéia?’” (ibdem, p. 145).

É evidenciado que as denominações Calor e Temperatura são conceitos diferentes em Física, embora sejam usados para dizer a mesma coisa no dia-a-dia. Inicialmente, neste capítulo, os autores tratam somente do conceito de temperatura, ficando para o próximo capítulo o estudo do Calor. Mas ressaltam que são conceitos fisicamente diferentes.

A experiência das três bacias é sugerida no quadro *Trabalhe estas idéias*.

Procure três vasilhas e coloque-as lado a lado [...]. Numa coloque água gelada; na outra, água morna; e na terceira, água fresca da torneira. Mergulhe, ao mesmo tempo, uma mão na vasilha com água gelada e a outra na vasilha com água morna e fique assim por algum tempo. Depois, coloque ambas as mãos na vasilha com água à temperatura ambiente.

Descreva o que você percebeu.

A que conclusão você chega com essa experiência? (BARROS & PAULINO, 2002, p. 145).



A atividade anterior procura demonstrar que as sensações fisiológicas de quente e frio não são confiáveis para informar a temperatura de um corpo. Na seqüência dos conteúdos são apresentados o termômetro e a noção de equilíbrio térmico, com maior enfoque, em relação aos livros anteriores, para a estrutura da matéria. São abordados também aspectos das trocas de Calor, utilizando como exemplo o termômetro em contato com a pele.

Quando o termômetro é colocado em contato com uma substância cujas partículas estejam com uma taxa de agitação maior que a do mercúrio, parte dessa energia é transferida ao mercúrio através das paredes de vidro do termômetro, e a taxa de agitação dos átomos de mercúrio aumenta.

Os átomos de mercúrio, que vibravam de certa forma, com o acréscimo de energia das partículas do outro corpo passam a vibrar mais freneticamente, necessitando para isso de maior espaço entre eles.

Simplificando o raciocínio, um átomo começa a buscar mais espaço para vibrar e transmite essa energia para os seus vizinhos. Estes fazem o mesmo e transmitem essa energia para os outros vizinhos.

[...] dizemos que o termômetro entrou em equilíbrio térmico com o corpo: a troca de energia térmica entre o corpo e o termômetro é igual em ambos os sentidos. (Veremos no próximo capítulo que essa energia trocada entre os corpos é justamente o calor). (BARROS & PAULINO, 2002, p. 147-148).

Posterior a isso, os autores respondem parcialmente a questão proposta inicialmente no capítulo.

Vimos que nossos sentidos térmicos podem ser facilmente “enganados”. [...] que sempre tende a equilibrar sua temperatura com a do ambiente, temos fortes razões para acreditar que o ferro e a madeira estavam à mesma temperatura, em equilíbrio térmico, visto que ambos estavam no mesmo ambiente.

Esse argumento pode não nos convencer totalmente ainda, mas no próximo capítulo aprofundaremos a discussão desse experimento. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 148).

O próximo capítulo que os autores se referem é de estudo do Calor, em que a noção de temperatura de um corpo é associada à Energia cinética de suas partículas e a partir disso é definido o conceito de Calor.

Assim, quando pensamos em algo esquentando, [...] podemos imaginar que suas partículas estão “ganhando” energia cinética. Do

mesmo modo, quando colocado dentro de uma geladeira, um copo de água à temperatura ambiente “perde” parte da energia cinética de suas partículas e esfria.

A essa energia “ganha” ou “perdida” pelas partículas de um corpo (no nosso caso, a água) chamamos calor. Portanto, o **calor é uma forma de energia**, normalmente **denominada energia térmica**. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 155, grifo nosso).

Ao longo do livro os autores ora utilizam a denominação Calor, ora Energia térmica. Axt & Brückmann (1989) sugerem que ao se ensinar os conceitos de Calor e temperatura, deveriam ser eliminadas expressões imprecisas e supérfluas como Energia térmica. Na mesma direção, Cindra & Teixeira (2004) acrescentam que em muitos livros são utilizadas expressões infelizes, “empregando termos como ‘Energia térmica’, por meio de um conceito indefinido, muitas vezes obscuro e ambíguo”. (p. 179, 2004).

O termo Energia térmica tem também seu uso equivocado. Por exemplo ao dizerem: “Já falamos de energia química (presente nos alimentos), **térmica (ligada à mudança de temperatura)**, [...]” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 133, grifo nosso). Cindra & Teixeira (2004) lembram que muitos alunos pensam que aquecer um corpo sempre implica num aumento de temperatura, o que pode ser reforçado pela sentença acima. Uma vez que Calor foi denominado de Energia térmica, a frase sugere que o Calor está associado à mudança de temperatura, fenômeno que não ocorre na mudança de estado físico das substâncias.

O sentido do fluxo de Energia é dado como: “[...] a transferência de energia sempre ocorre do corpo com **maior temperatura** para o de **menor temperatura**.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 155, grifo nosso). E não como anteriormente: “A energia térmica é transferida espontaneamente de um corpo **mais quente** para outro **mais frio**.” (ibidem, p. 23, grifo nosso).

A literatura em concepções alternativas referentes a Calor e Temperatura aponta, entre outros resultados, que para os alunos existem dois tipos de Calor: o frio e o quente. Um corpo quente possuiria calor enquanto o corpo frio possuiria frio. Em Ciência, admitimos a existência de um único processo de transferência de Energia, o do Calor (MORTIMER & AMARAL, 1998). A utilização das expressões “maior temperatura” e “menor temperatura” em detrimento de “mais quente” e “mais frio” podem possibilitar que os estudantes se apropriem dos significados científicos. Além dos termos “mais quente” e “mais frio” poderem resultar em obstáculos para a

compreensão dos conceitos de temperatura e Calor. Mattos & Drumond (2004) salientam ainda que: “[..] ‘quente’ e ‘frio’, não representam energia diferentes, com qualidades opostas, como muitos estudantes e professores costumam pensar, mas diferentes estados termodinâmicos”. (p. 18). No entanto, em abordagens posteriores, o emprego da linguagem cotidiana, fazendo uso de “quente” como sinônimo de temperatura elevada, é predominante. Como em: “Na praia, em um dia luminoso e **quente**, sentados em frente a uma fogueira ou próximo a uma lâmpada incandescente muito forte, podemos sentir o aquecimento do corpo.” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 158, grifo nosso).

Quanto ao conceito de equilíbrio térmico, este é dado como: “Quando um corpo está em equilíbrio térmico com outro, **a quantidade de calor recebida é igual à perdida.**” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 155, grifo nosso). Em outro momento, encontramos: “[..] dizemos que o termômetro entrou em equilíbrio térmico com o corpo: **a troca de energia térmica** entre o corpo e o termômetro **é igual em ambos os sentidos.**” (ibidem, p. 148, grifo nosso). Amaral & Mortimer (1998) ressaltam que:

O calor, como fluxo de energia, sempre passa de um sistema a uma temperatura maior para um outro a uma temperatura menor, quando os dois estão em contato. Deve-se destacar que **só há fluxo de energia e, portanto, calor, quando há diferença de temperatura.** (p. 31, grifo nosso).

Estes autores acrescentam ainda que: “**só existirá calor quando existir diferença de temperatura** entre dois sistemas ou entre duas partes de um mesmo sistema” (ibidem, p. 33, grifo nosso). Cindra & Teixeira (2004) corroboram ao dizer: “[..] durante o processo de transmissão de calor ainda não foi atingido o equilíbrio térmico, entretanto **quando este equilíbrio é alcançado, o calor como tal deixa de existir.**” (p. 180, grifo nosso). A definição de equilíbrio térmico, descrita anteriormente no livro didático, não está de acordo com a noção científica do termo, pois concebe a existência do calor, mesmo para sistemas com a mesma temperatura.

### 2.3.5 O livro de Ciências de 2006

O livro de 2006 apresenta, predominantemente, o mesmo texto do livro de 2002. As mudanças são pontuais, como por exemplo, compactação<sup>36</sup> de capítulos distintos na edição anterior num mesmo capítulo, eliminação e/ou resumo de trechos do texto principal e eliminação<sup>37</sup> de alguns textos complementares. Por conta disso e evitando tornarmos repetitivos, iremos descrever principalmente as mudanças realizadas e as novidades em relação ao livro de 2002.

Nesta edição (2006) permanecem os quadros Discutam esta idéia. No capítulo inicial do livro, **Matéria e Energia**, uma nova questão proposta nestes quadros é sobre algumas formas de Energia. “Certamente você conhece expressões 'energia dos alimentos' e 'energia elétrica'. O que elas significam?” (BARROS & PAULINO, 2006, p. 8, grifo do autor). No livro do professor, os autores respondem a questão, assim:

Mais adiante, no estudo da física, a energia será tema de capítulo específico e o aluno saberá que a energia pode ser entendida como a capacidade de realizar trabalho. Neste momento basta que o aluno responda, com palavras próprias, que: **energia dos alimentos é aquela contida em certas substâncias e que pode ser obtida por meio da respiração celular**; energia elétrica é uma forma de energia capaz, por exemplo, de iluminar ambientes, esquentar a água do chuveiro, fazer funcionar aparelhos elétricos, como liquidificador, computador, rádio. (BARROS & PAULINO, 2006, p. 26-27, grifo nosso).

Na seqüência do capítulo, num texto de leitura complementar, é citada a respiração celular como fenômeno responsável pela obtenção de Energia. “A energia química contida em nutrientes como carboidratos (exemplos: glicose e sacarose) e lipídios (exemplos: óleos e gorduras) é obtida pelo nosso organismo por meio da respiração celular. Essa energia é então “cedida” para o trabalho das células.” (BARROS & PAULINO, 2006, p. 12).

---

<sup>36</sup> Por exemplo, os capítulos 4 e 5, 7 e 8, 13 e 14, 15 e 16, 19 e 20 do livro de 2002 foram reunidos, respectivamente, nos capítulos 18, 4, 9, 10 e 13 do livro de 2006.

<sup>37</sup> A relação de textos complementares que fazem uso da noção de Energia e as diferentes edições analisadas que trazem estes textos estão no anexo III.

Um texto<sup>38</sup> de leitura complementar – **Álcool: fonte alternativa de energia**, é inserido neste capítulo. O texto trata do crescimento das vendas dos carros bicompostíveis e do interesse mundial pelas fontes de Energia menos poluentes e mais baratas quando comparadas ao petróleo. Esses fatores são apontados como responsáveis pelo favorecimento de investimentos na produção de álcool pelo Brasil. São apresentados ainda os diferentes cultivos, como milho e cana-de-açúcar, para a obtenção do álcool, citando o Brasil como atual líder mundial na produção de açúcar e álcool. Para aumentar a produção para 27 bilhões de litros anuais até 2009, a área suficiente para o plantio da cana, as máquinas agrícolas modernas e a tradição no setor são citados como os principais trunfos brasileiros para atingir a produção estimada.

Neste capítulo, os autores trazem os mesmos exemplos de transformações de Energia da edição anterior. Porém, não o fazem mais no texto principal do livro, mas num texto de leitura complementar, ao final do capítulo do livro. No texto foram suprimidas, por exemplo, as comparações do nosso corpo a um automóvel e o corpo de um vaga-lume a um pequeno laboratório de química, citados na seção 2.3.4 deste trabalho.

Os dois textos complementares presentes na edição de 2002 (comentados na seção 2.3.4) que enfocavam formas alternativas de Energia e o que apresentava um panorama da Energia eólica, foram excluídos. No anexo III citamos a relação de textos complementares que fazem uso da noção de Energia e as respectivas edições em que estes textos estavam presentes.

A grande novidade deste livro em relação às edições anteriores é a seção **“Em grupo: mapa de conceitos”**, presente ao término dos capítulos, mas anterior aos textos complementares. No manual do professor, ao apresentarem a estrutura da coleção, os autores afirmam que esta seção: “[...] remete à modelagem de **mapas conceituais**, uma ferramenta pedagógica utilizada por muitos autores e educadores.” (BARROS & PAULINO, 2006, p. 6 – Manual do Professor, grifo do autor).

Dizem ainda que:

---

<sup>38</sup> Adaptado para fins didáticos de:

NETO, J.S.; CANÇADO, P. O álcool é nosso. *Época*, n. 378, 15 de agosto de 2005, p. 60-61.

NETO, J.S.; NEVES, M.L.; SPATAFORA, M. A revolução da cana. *Época*, n. 388, 24 de outubro de 2005, p. 66-68.

No Brasil, **os mapas conceituais em livros didáticos são comuns em manuais do professor, onde aparecem prontos, feitos pelo autor; quando estão no livro do aluno em geral também estão prontos.**

Por nosso lado, **queremos que o aluno aprenda a construí-lo**, pois esta tarefa propicia a necessária integração do conteúdo estudado, tornando o aprendizado significativo. “O aprendizado significativo acontece quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou posições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva” (AUSUBEL, 1978, p. 159). Segundo estes autor, a aprendizagem significativa é permanente e poderosa, enquanto a aprendizagem rotineira é facilmente esquecida ou não é facilmente aplicada em novas situações de aprendizagem ou solução de problemas. (BARROS & PAULINO, 2006, p. 6 – Manual do Professor, grifo nosso).

Ainda no Manual do Professor, os autores afirmam que: “A organização do conhecimento na mente humana tende a seguir uma estrutura hierárquica. Nessa hierarquia, os conceitos mais gerais de uma disciplina ou de um conteúdo são apresentados em primeiro lugar; pouco a pouco introduzem-se os conceitos mais específicos.” (BARROS & PAULINO, 2006, p. 9 – Manual do Professor). É chamada a atenção para o fato de que não se deve esperar que o aluno apresente o mapa conceitual correto. O importante é o professor observar que um mapa conceitual desenvolvido pelo aluno dá evidências de que ele está aprendendo significativamente os assuntos estudados. Os autores apontam também que: “A construção de um mapa conceitual é uma atividade cognitiva que permite ao estudante criar uma variação do mapa de seus colegas. Esse contraste de modelos costuma abrir discussões interessantes entre os alunos [...]” (ibidem, p. 11).

O capítulo 8 – **Energia Mecânica** – era denominado na edição anterior de **Energia**. Há neste capítulo a eliminação de alguns trechos presentes na edição de 2002. Outros são resumidos e/ou reescritos, por exemplo, o trecho que em 2002 era: “Na usina hidroelétrica, há transformação de energia no gerador [...]” (BARROS & PAULINO, 2002, p. 133), aparece nesta edição como: “Nas usinas hidrelétricas, **não há 'produção' de energia**. Nelas ocorre uma transformação de energia no gerador [...]” (BARROS & PAULINO, 2006, p. 90, grifo do autor).

Num dos problemas propostos, na seção **Como medir a Energia?**, é feita a substituição da denominação “gastar” por aplicar. “Um funcionário de um mercado está colocando sacos de arroz em uma prateleira vazia. A diferença de altura do chão para a prateleira é de 1 m. Quanta energia ele vai **aplicar** para colocar 20

sacos (cada um com 5 kg) na prateleira? Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .” (BARROS & PAULINO, 2006, p. 92, grifo nosso).

A Energia potencial é agora explicada como:

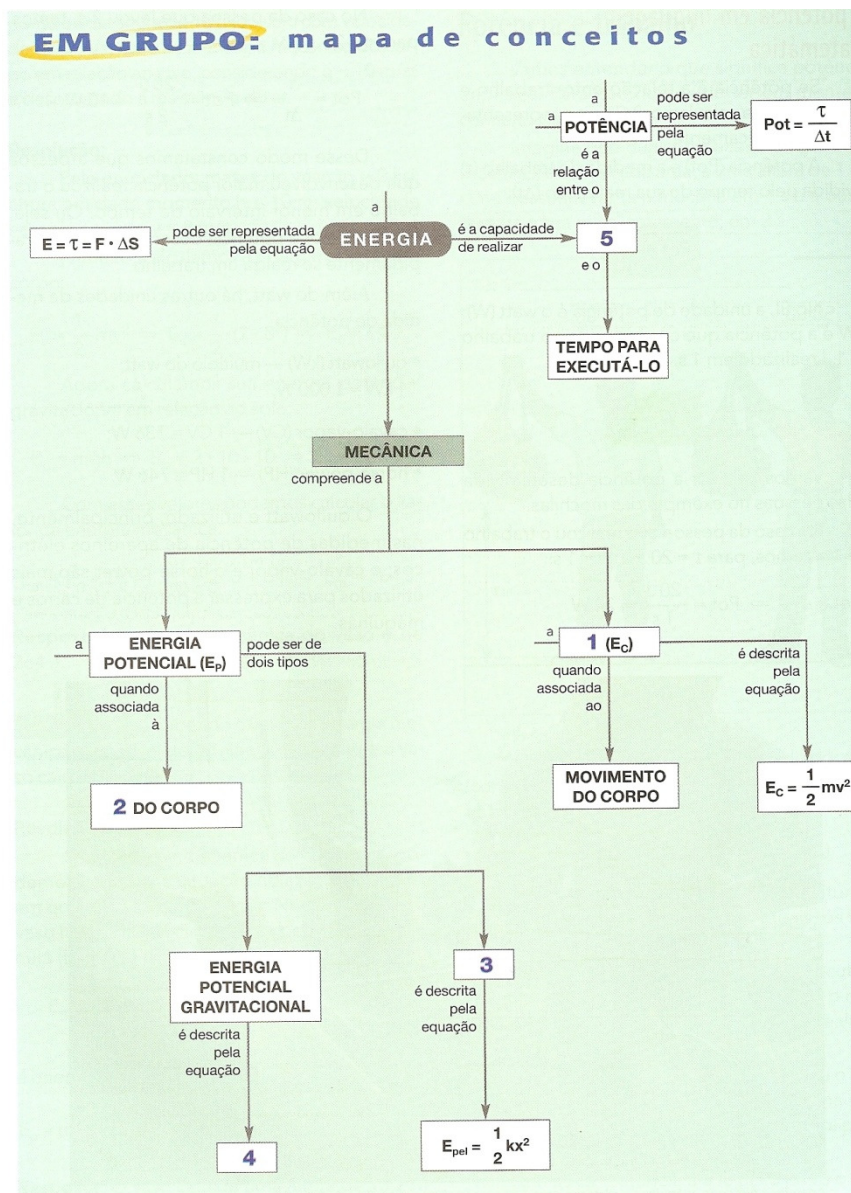
A energia potencial está **associada** à posição que um corpo ocupa em **relação aos corpos que estão em sua vizinhança**. Uma mudança de posição do corpo implica, como vimos, a realização de trabalho, desde que esse deslocamento seja paralelo à direção da força que o produziu. Esse trabalho é a variação da energia potencial. (BARROS & PAULINO, 2006, p. 92, grifo nosso).

O trecho acima substitui esta explicação da edição anterior.

A energia potencial é aquela **armazenada em um corpo** em relação a um nível de referência quando sobre esse corpo atua uma força. Podemos entender um corpo com esse tipo de energia como capaz de realizar trabalho, bastando que mude sua posição. (BARROS & PAULINO, 2002, p. 135).

Nesta edição, os autores renomeiam o título da seção destinada ao estudo da conservação da Energia, que no livro de 2002 era **Coisas que não mudam** e em 2006 foi substituído por **A conservação da energia mecânica**. Nesta edição é suprimido o texto adaptado de Richard Feynman, a analogia sem noção de invariância e a conta de energia elétrica citadas na seção 2.3.4. A conservação da Energia é assim apresentada: “A energia mecânica de um sistema é constante. Esse é o princípio da conservação da energia, uma das principais leis da física.” (BARROS & PAULINO, 2006, p. 95).

O mapa de conceitos presente ao término do capítulo é:



**Figura 26:** Mapa de conceitos presente ao término do capítulo 8 – Energia Mecânica do livro de 2006.

O capítulo 9 – **Temperatura e Calor** – reúne os capítulos 13 e 14 do livro de 2002. O texto<sup>39</sup> denominado **Aquecimento Global** é inserido nesta edição e apresenta a curva de Keeling – gráfico da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera desde o ano de 1958 até 2002. O texto ressalta o gás carbônico como o principal responsável pelo efeito estufa e procura alertar para as prováveis alterações ambientais provenientes do aumento da temperatura média da Terra. É citado ainda

<sup>39</sup> Texto adaptado para fins didáticos de:

COSTA, F.A.P.L. A curva de Keeling. *Ciência Hoje*, setembro de 2005, v. 37, n. 219, p. 72-3.

ARTAXO, P. Amazônia e as mudanças globais. *Ciência Hoje*, março de 2006, v. 38, n. 224, p. 20-5.



o Protocolo de Kyoto como uma importante iniciativa para a redução de emissão de CO<sub>2</sub> e o fato dos Estados Unidos, um dos maiores emissores de gás carbônico do planeta, não terem assinado o Protocolo.

Há neste capítulo a eliminação, resumo e reorganização<sup>40</sup> de trechos presentes no livro anterior, o que não resulta numa mudança na forma de abordagem. O texto de leitura complementar, citado na seção 2.3.4 (Mecanismo de regulação da temperatura e a ação da febre) deste trabalho, foi suprimido.

## CONSIDERAÇÕES

O livro de 2006 é uma versão “compactada” da edição anterior. Esta compactação não se deu no sentido de elaboração de um novo texto, mas no de suprimir parágrafos e textos complementares, troca de palavras e reescrita de frases.

Os trechos que foram reescritos parecem sugerir uma preocupação por parte dos autores em evitar afirmações equivocadas na perspectiva científica, como a expressão que substitui a palavra “gastar” por “aplicar”, citado nesta seção (2.3.5). O verbo gastar sugere uma violação ao princípio da conservação da Energia.

A mesma preocupação aparece ao explicarem a Energia potencial gravitacional. Os autores não a fazem mais com uma Energia armazenada em um corpo e sim como a Energia associada à posição que um corpo ocupa em relação aos corpos que estão em sua vizinhança. Esta abordagem parece sugerir uma maior preocupação com sistemas de referência e interações entre corpos. Porém, nas demais situações que fazem uso da noção de Energia potencial gravitacional, esta volta a ser associada a um corpo isolado, como qualidade intrínseca a este, sem focar a idéia de interação. “[...] a medida da energia potencial desse corpo for igual ao trabalho que ele pode realizar [...]” (BARROS & PAULINO, 2006, p. 93 ). “Caindo da prateleira, o saco de arroz ou qualquer outro corpo em queda tem energia potencial gravitacional [...]” (ibidem, p. 95).

---

<sup>40</sup> Parágrafos são deslocados de um local para outro.

O texto de leitura complementar – **Álcool: fonte alternativa de energia**, ao evidenciar o Brasil como atual líder mundial na produção de açúcar e álcool, parece sugerir apenas aspectos positivos da cadeia produtiva da cana. Estamos convencidos que o tema relacionado a esta fonte alternativa de Energia, assim como o de biocombustível, fartamente divulgados na mídia televisiva e impressa, deve ter também, seus aspectos negativos ressaltados. Pensando na formação de alunos críticos, com capacidade de argumentação e escolhas, faz-se necessário discutir a história degradante do cultivo da cana-de-açúcar, de forma a evitar que este seja reproduzido em outros cultivos, como o mamona.

Em relação aos mapas conceituais presentes nesta edição, Moreira (1986) ressalta que: “[...] cada mapa conceitual deve ser sempre visto como um mapa conceitual e não como o mapa conceitual de um certo conjunto de conceitos, ou seja, deve ser visto como apenas uma das possíveis representações de uma certa estrutura conceitual”. (MOREIRA, 1986, p.17). Os autores do livro didático investigado apontam na mesma direção, ao menos nas sugestões e explicações presentes no Manual do Professor, como já comentado nesta seção. Porém, os mapas conceituais, tal como os que aparecem ao longo do livro, como o da figura 26, ou seja, praticamente prontos, não oportunizam uma possibilidade diferente de representação de uma estrutura conceitual, além daquela idealizada pelos autores do livro didático. Um ou outro mapa conceitual poderia ser dado como exemplo, mas ao sugerir um único modelo de mapa conceitual ao fim dos capítulos, em que o aluno deve completar as lacunas não preenchidas e em que há praticamente uma única possibilidade de resposta, esta ferramenta perde sua função, pois não possibilita que cada aluno represente o seu mapa conceitual.

Moreira (1986) lembra ainda que mapas conceituais não são auto-explicativos ou auto-suficientes, devendo sempre ser explicados por quem os elabora – professor ou aluno. Como alternativa de minimizar esta necessidade recomenda: “[...] escrever sobre as linhas que unem os conceitos uma ou duas palavras-chave que explicitem a relação simbolizada por elas. (p.19). Diz ainda, que: “O fato de dois conceitos estarem unidos por uma linha é importante porque significa que há, no entendimento de quem fez o mapa, uma relação entre esses conceitos [...]”. (MOREIRA, 1997, p.1). Este autor ressalta que os conceitos, mais as palavras-chaves formam uma proposição. E é esta proposição que evidencia o significado da

relação conceitual. “Por esta razão, o uso de palavras-chave sobre as linhas conectando conceitos é importante e deve ser incentivado na confecção de mapas conceituais [...]” (MOREIRA, 1997, p. 2).

Da forma como os mapas conceituais são apresentados no livro do aluno, em que todas as linhas que unem conceitos e/ou palavras chaves já estão escritas, não são os alunos que estabelecem a relação entre conceitos. Para eles, o mapa conceitual presente em cada capítulo parece mais um exercício, em que se deve completar os espaços não preenchidos. Os mapas conceituais propostos, tal como estão, são meramente ilustrativos e pouco eficazes.

## **2.4 AS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS LIVROS ANALISADOS: UM POSSÍVEL INDICATIVO DE EVOLUÇÃO?**

Buscando verificar se os autores, durante a elaboração dos livros didáticos investigados, levam em conta divulgações relacionadas às pesquisas em Ensino de Ciências – fartamente divulgadas em revistas especializadas e eventos da área, dissertações e teses –, dirigimos nosso olhar às referências bibliográficas da diferentes edições.

Para isso, comparamos as bibliografias presentes nas edições analisadas. Como nosso trabalho é referente ao texto do livro didático utilizado pelos alunos (livro do aluno), verificamos inicialmente apenas as referências que supostamente serviram de base para a elaboração do livro. Não transcrevemos, portanto, as relações de livros sugeridas na seção **Você vai gostar de Ler** (sugerida ao aluno - presente ao término do livro e anterior as referências bibliográficas), nem na **Bibliografia adicional para o professor** (presente no Manual do Professor).

Os livros de 1985, 1987 e 1993 não apresentam referências bibliográficas. Somente a partir da edição de 1997, estas aparecem explicitamente ao final dos livros. As referências para os livros de 1997, 2002 e 2006 são citadas no anexo IV.

Para o livro de 1997, a bibliografia consultada pelos autores não contempla periódicos de divulgação das pesquisas em Ensino de Ciências, nem mesmo

produções de pesquisadores da área. Para este livro, as bibliografias de referência são os livros da mesma editora (Ática) destinados ao Ensino Médio.

Os livros de 2002 e 2006 apresentam basicamente a mesma relação de referências bibliográficas. As alterações são pontuais, como pode ser observado no anexo IV. Há nestas relações a presença de materiais provenientes de grupos de Pesquisas, como o GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química e o GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Vale ressaltar que ambos os materiais citados são destinados ao Ensino Médio. Há também trabalhos como Ciências no Ensino Fundamental de Barros *et. al.* (1998) e a Estrutura das Revoluções Científicas de Kuhn (1998).

A bibliografia presente nas três últimas edições aponta claramente para a pouca preocupação por parte dos autores em considerar os resultados das pesquisas em Ensino de Ciências ao elaborarem livros didáticos. Um indicador para isso é a ausência completa de periódicos de divulgação da área, de trabalhos provenientes de pesquisas acadêmicas como dissertações e teses, além da escassez de livros escritos por pesquisadores da área.

Apenas nas leituras sugeridas aos alunos e principalmente aos professores, ou seja, aquelas que não influenciaram diretamente a elaboração do livro didático, encontramos uma considerável relação de publicações produzidas por pesquisadores dedicados ao Ensino de Ciências. Por exemplo, há trabalhos dos seguintes autores: Bizzo, N.; Carvalho, A.M.P. & Gil Péres, D.; Chassot, A.; Coll, C.; Fracalanza, H.; Perrenoud, P.; Pozzo, J.I., entre outros.

Mesmo nas indicações de leituras sugeridas ao professor, excetuando os periódicos Nova Escola, Ciência Hoje e Ciência Hoje das Crianças, as demais revistas da área não aparecem como referência, nem dissertações e teses relacionadas ao Ensino de Ciências.

## **2.5 O LIVRO DE CIÊNCIAS 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 estabelecidos no capítulo 2 – ANTROPOCÊNTRICA (ANT), ARMAZENADA (ARM), CAUSAL (CAU), ATIVIDADE (ATI), FLUIDO (FLU), PRODUTO (PRO), FUNCIONAL (FUN), TRANSFORMAÇÃO (TRA), CONSERVAÇÃO (CON), DEGRADAÇÃO (DEG) e NÃO SE APLICA (NSA). Categorias estas que objetivaram verificar como os livros didáticos analisados abordam a noção de Energia.

As categorias propostas não são excludentes entre si e apresentam superposições, o que permitiu que um mesmo trecho, por possuir um sentido mais amplo, fosse classificado em mais de um grupo do sistema categorial.

Para a classificação dos trechos que contêm a denominação Energia e seus correlatos, procuramos identificar o(s) sentido(s) dominante(s) de cada sentença, assim como o contexto em que cada afirmação estava inserida. Nesta etapa do trabalho, os verbos presentes nas frases auxiliaram expressivamente na classificação dos trechos transcritos. A seguir alguns exemplos:

“Os metais, de um modo geral, são bons condutores de eletricidade. Neles, essa energia **flui** facilmente” (FLUIDO);

“A bateria de um carro **possui** energia química que se **transforma** em energia mecânica e **aciona** o motor do carro” (ARMAZENADA, TRANSFORMAÇÃO, CAUSAL);

“Os corpos em movimento **possuem** energia e, portanto, podem **causar** deformações” (ATIVIDADE, ARMAZENADA, CAUSAL).

Procurando avaliar a pertinência do grupo de categorias, alguns trechos escolhidos aleatoriamente foram classificados por outras duas pessoas<sup>41</sup>. E a classificação proposta foi similar à nossa. No entanto, mesmo com o auxílio dos verbos na classificação, associados ao contexto em que cada trecho estava inserido, há certa “dose” de subjetividade envolvida no trabalho de classificação, em que a

---

<sup>41</sup> Dois pesquisadores em Ensino de Ciências, um com formação em Física e outro em Química, ambos mestres em Educação Científica e Tecnológica.

atribuição de um trecho em uma ou mais categorias não exclui outra eventual interpretação, pois é inter-subjetiva.

Vale destacar que as principais variações identificadas na classificação proposta pelos outros dois analistas ocorreram basicamente entre as categorias ARMAZENADA, CAUSAL, FLUIDO, PRODUTO e FUNCIONAL, pertencentes a uma categoria mais ampla, que remete à substancialização da Energia, como argumentado no capítulo 1 deste trabalho.

Na tabela 10, alguns 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						
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, [...], 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	
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				
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										

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						
Os corpos que possuem energia cinética podem, também, causar deformações quando encontram algum obstáculo. (BARROS & PAULINO, 2006, p.94).		X	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					

**Tabela 10:** Exemplos de trechos transcritos e categorizados.

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 11 mostra estes índices percentuais<sup>42</sup>.

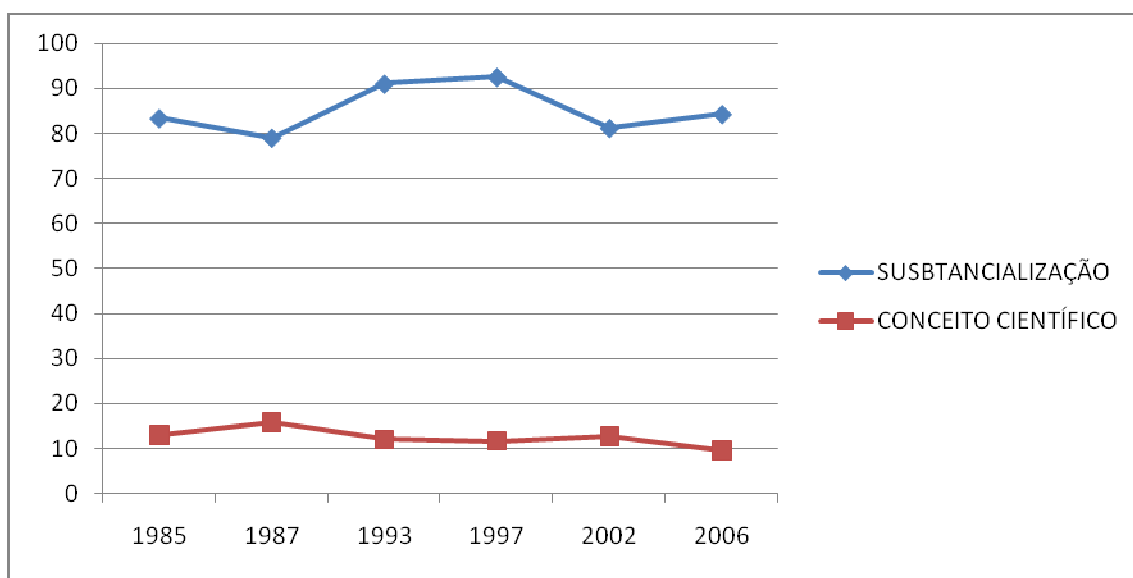
	1985	1987	1993	1997	2002	2006
<b>ARM</b>	25,9%	20,0%	37,6%	32,7%	32,8%	32,1%
<b>CAU</b>	19,4%	12,6%	25,6%	27,6%	18,9%	23,0%
<b>FLU</b>	14,8%	15,8%	9,8%	13,6%	11,9%	14,8%
<b>PRO</b>	21,3%	27,4%	12,8%	14,0%	12,3%	7,7%
<b>FUN</b>	1,9%	3,2%	5,3%	4,7%	5,3%	6,7%
<b>ANT</b>	4,6%	5,3%	5,3%	7,0%	11,6%	11,0%
<b>ATI</b>	13,9%	9,5%	18,0%	15,0%	14,6%	12,0%
<b>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

**Tabela 11:** Índices percentuais das categorias por livro didático.

As categorias ARMAZENADA (ARM), CAUSAL (CAU), FLUIDO (FLU), PRODUTO (PRO) e FUNCIONAL (FUN) pertencem a uma categoria mais ampla, que remete à substancialização da Energia, e as categorias TRANSFORMAÇÃO (TRA), CONSERVAÇÃO (CON) e DEGRADAÇÃO (DEG), constituem as principais características da noção científica de Energia. Buscando comparar o enfoque dado no discurso didático explicativo no livro investigado em relação ao conceito de

<sup>42</sup> Os índices percentuais são superiores a 100% devido à sobreposição de categorias. Um mesmo trecho pôde ser classificado em mais de uma categoria, como exemplificado na tabela 10.

Energia, agrupamos as categorias ARM, CAU, FLU, PRO e FUN numa categoria mais abrangente, denominada de SUBSTANCIALIZAÇÃO, e as categorias TRA, CON e DEG num grupo denominado de CONCEITO CIENTÍFICO. Os índices percentuais destes dois grupos de categorias, para as diferentes edições do livro analisado, são mostrados no gráfico 27.



**Gráfico 27:** Índices percentuais das categorias SUBSTANCIALIZAÇÃO e CONCEITO CIENTÍFICO, por livro didático.

O gráfico de linhas acima permite inferir a predominância de um discurso 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. Desta forma, os trechos presentes nos livros didáticos acerca 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 esta substancialização 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. 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?

Inspirados no trabalho de Mortimer (1994), idealizamos três zonas para o Perfil Conceitual de Energia, 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 e o uso de fórmulas matemáticas para a análise dos processos 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, a noção de degradação e o seu Princípio de Conservação caracterizariam esta zona.

As duas últimas zonas do Perfil Conceitual sugeridas por Mortimer, o Racionalismo Moderno e o Racionalismo Contemporâneo, são inadequadas ao nível cognitivo dos alunos do 9<sup>a</sup> ano do Ensino Fundamental, portanto foram aqui suprimidas. No Racionalismo Moderno as noções simples da Ciência clássica se tornam complexas e partem de uma rede mais ampla de conceitos. O Racionalismo Contemporâneo, uma zona do perfil ainda em desenvolvimento, englobaria os avanços mais recentes da Ciência (MORTIMER, 1994). Zonas estas a serem desenvolvidas em estudos posteriores.

O aumento de *status* da terceira zona do Perfil Conceitual para a Energia, o racionalismo, deveria ser almejado ao término do Ensino Fundamental. Na mesma direção, os PCNs 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, grifo nosso). No entanto, ao analisar os livros didáticos de autoria de Carlos Barros e Carlos Barros & Wilson Paulino, percebemos que a categoria CONCEITO CIENTÍFICO, que engloba as de TRANSFORMAÇÃO (TRA), CONSERVAÇÃO (CON) e DEGRADAÇÃO (DEG) da Energia – características do racionalismo e imprescindíveis para o entendimento do conceito – apresenta índices percentuais muito inferiores quando comparados aos da categoria que remete à SUBSTANCIALIZAÇÃO da Energia – característica do realismo. Sendo assim, o livro didático analisado pouco favorece um avanço no Perfil Conceitual para a noção de 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. Para os 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 distanciar ainda mais do conhecimento científico elaborado.

## **CAPÍTULO 3: DESCRITORES PARA ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA**

Neste capítulo apresentamos descritores que podem ser utilizados por professores e/ou autores de livros didáticos na abordagem do conceito de Energia. O que será recomendado é um conjunto de ferramentas, sugestões de leitura e propostas que buscam uma evolução conceitual do estudante para esta noção.

Os descritores se baseiam nas análises provenientes deste trabalho e de outros já realizados e têm como principal objetivo servir de ferramenta para estes profissionais na elaboração de textos e na preparação e execução de aulas/propostas.

As proposições a seguir não são por si só suficientes e não devem ser vistas, necessariamente, como seqüenciais. Cabe ao professor e/ou autor utilizá-las conforme suas necessidades e objetivos. Para os professores, a escolha e adaptação das situações propostas dependerão do contexto em que estão inseridos, levando em consideração, entre outros fatores, as características sociais, culturais e econômicas dos alunos e as exigências da escola onde trabalham, ou seja, das suas realidades escolares.

O objetivo não é dar soluções prontas nem esgotar todos os descritores possíveis. As proposições buscam construir alternativas para o tratamento do conceito de Energia e incentivar que outras sejam elaboradas. São descritores que visam propiciar reflexões e leituras relacionadas ao tema, de forma que a combinação desses fatores auxilie no desenvolvimento de atividades em sala de aula e elaboração de textos didáticos. Para isso, é preciso que os professores e autores façam uma análise das proposições e uma fundamentação mais ampla com as leituras sugeridas, de maneira a sistematizar as atividades didáticas para que estas se tornem instrumentos de trabalho futuro.

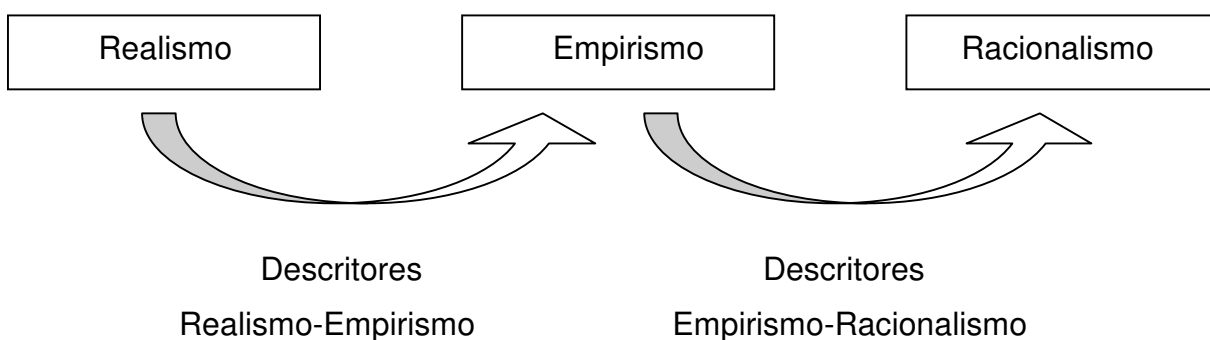
Para elaborar estes descritores, procuramos situações que propiciem despertar o interesse do aluno pelo tema; promover a discussão do caráter dinâmico e em constante evolução dos conhecimentos científicos; relacionar o conceito de Energia ao contexto social; evidenciar as transformações de Energia vinculadas ao seu princípio de conservação, e minimizar o “status” da substancialização da Energia, buscando oportunizar uma evolução das idéias dos alunos em direção a

uma maior abstração. Algumas propostas trazem ainda situações atuais e cotidianas para os estudantes, dando sentido ao conhecimento trabalhado em sala de aula. Buscamos, assim, ampliar as situações que favoreçam a compreensão do conceito de Energia, especialmente no 9º ano do Ensino Fundamental.

### **3.1 DESCRITORES À LUZ DO PERFIL CONCEITUAL**

As pesquisas realizadas tendo como foco as idéias dos estudantes em relação ao conceito de Energia apontaram como um dos principais resultados a tendência dos alunos substancializarem esta noção. No entanto, a análise dos livros didáticos permitiu inferir que o discurso didático explicativo predominante no livro investigado remete principalmente à substancialização deste conceito, reforçando então esta tendência no pensamento dos estudantes. Desse modo, os descritores aqui sugeridos procuram, sobretudo, favorecer a um avanço em direção à zona Racional do Perfil Conceitual para a Energia.

Para isso, procuramos organizar nossos descritores objetivando potencializar um avanço da zona Realista para a Empírica, e dessa para a Racional.



A opção por esta seqüência na organização dos descritores deve-se à hierarquia entre as diferentes zonas do perfil, de modo que à medida que se avança no perfil as noções vão se tornando mais complexas e racionais, com poder de análise superior às anteriores. A idéia é que o estudante possa manter elementos da sua concepção, mas que gradualmente incorpore novos elementos, indo de um

estado de organização conceitual para outro de maior hierarquia, sem necessariamente abandonar suas concepções alternativas.

Essa alternativa não invalida uma possível evolução direta da zona Realista para a Racional, porém, os descritores propostos não têm esse objetivo.

### **3.1.1 Descritores Realismo-Empirismo**

Numa perspectiva educacional, tanto quanto possível, o ponto de partida para a construção dos conhecimentos dos alunos deve ser os conhecimentos que eles já possuem. Desta maneira, os textos didáticos, articulados com a mediação docente, devem incentivar a exposição das idéias dos estudantes, para que estas sirvam de referência e se busque caminhar em direção ao saber científico.

Mais do que desafiar as idéias de senso comum, o trabalho em sala de aula deve socializar os alunos nas práticas da comunidade científica, evidenciando as distinções entre as idéias do raciocínio científico e as de senso comum. É importante então que os estudantes tenham oportunidade de pensar e operar nestes dois distintos domínios e consigam distinguir entre eles.

Para isso, os estudantes precisam ser iniciados no processo de construção e atribuição de significados, sendo introduzidos aos conceitos, símbolos e convenções da comunidade científica. Nessa perspectiva, aprender Ciências implica em entrar num mundo que se apresenta com uma linguagem própria (MORTIMER, 2000). Esta linguagem, a científica, é diferente de tantas outras que falamos no dia-a-dia e saber diferenciá-las é um importante passo para compreender Ciências.

Em relação ao conceito de Energia, muito sobre ele é visto pelos alunos fora da escola, correta ou incorretamente. Nos meios de comunicação, a noção de Energia é vulgarizada, assemelhada a bem estar e saúde, o que provoca mistificações (ANGOTTI, 1991). Por mais que sejam falhas, são informações que não podem ser descartadas, pois desconsiderar aspectos vistos e compreendidos pelos alunos fora da sala de aula pode se tornar um obstáculo na compreensão das noções científicas.

Neste sentido, Angotti (1991) sugere problematizar os sentidos que os estudantes conhecem e atribuem ao conceito de Energia no início, na sua introdução. E posteriormente se procure oportunizar saltos de interpretações, da substancialista para a abstrata, numa abordagem conceitual que não deve abrir mão do significado. Uma tarefa possível, mas nada fácil!

O ponto de partida dos descritores apresentados a seguir são estas concepções prévias dos estudantes, entre elas a de atribuir uma materialidade ao conceito de Energia – concebida como propriedade intrínseca aos corpos, que caracterizam a zona Realista do Perfil Conceitual. Este grupo de descritores, composto por sugestões de questões, atividades, textos e simuladores, objetivam avançar em direção à zona Empírica do conceito, em que o estudante reconhece as diferentes formas de Energia, quantificando-as, realizando medidas e reconhecendo as grandezas envolvidas. Estes atributos constituem uma zona intermediária, entre o concreto e o abstrato. O conceito de Energia passa, então, a estar incorporado numa linguagem matemática, que possibilita limitar extensões abusivas para esta noção.

Frente a isso, sugerimos num primeiro momento questões que oportunizem aos alunos pesquisarem, explicitarem e compartilharem interpretações vistas no dia-a-dia e até mesmo definições para a noção de Energia. Entre as estratégias, pode-se sugerir que os alunos pesquisem em distintas fontes (livros, dicionários, *internet*, revistas, jornais, entre outras) situações em que a denominação Energia se faz presente e também definições para este termo.

A realização de pesquisas, mediadas pelo professor, podem ajudar os alunos a entenderem a diferença entre conhecimentos e procedimentos da Ciência e das idéias de senso comum, procurando identificar onde, como e porque contrariam interpretações científicas (BASTOS & ANGOTTI, no prelo)<sup>43</sup>. Podem evidenciar ainda que um mesmo termo, como Energia, seja utilizado nos mais diversos e distintos contextos, tendo também diferentes sentidos.

Algumas questões que podem orientar esta atividade:

1. Pesquise em jornais, revistas, *internet*, livros, entre outros, textos que fazem uso da palavra Energia.

---

<sup>43</sup> BASTOS, F. P. & ANGOTTI, J. A. P. Metodologia e Prática de Ensino de Física I e II. Em prelo.

2. Do que trata estes textos? Qual o assunto abordado? Em quais contextos e situações a palavra Energia foi utilizada nos diferentes textos pesquisados?
3. Qual(is) o(s) significado(s) da palavra Energia no contexto apresentado pelo(s) texto(s) pesquisado(s)?
4. Pesquise o que significa a palavra Energia.
5. Os significados (definições) encontrados para a Energia foram os mesmos?
6. Qual o significado da palavra Energia no contexto científico?

É importante salientar que o tratamento dado ao conceito de Energia no Ensino de Ciências se distingue de muitas das situações pesquisadas pelos alunos. Esta delimitação da utilização e da interpretação da palavra Energia no dia-a-dia e de seu significado na Ciência faz-se necessária e fundamental. Este trabalho não se enquadra na idéia de substituição de noções de senso comum por idéias científicas, mas na coexistência dessas, sendo que cada uma é empregada em diferentes contextos. A aprendizagem do conceito de Energia deve promover uma ampliação na forma como os alunos interpretam a realidade, favorecendo a evolução das idéias dos estudantes.

Para as pesquisas que venham a ser realizadas nos mais diversos dicionários de língua portuguesa, é comum que os alunos encontrem uma concepção cotidiana de Energia vinculada à idéia de força. Por exemplo:

S.f. [Do gr. *enérgeia*, pelo lat. *energia*.]

1. Maneira como se exerce uma força.
2. Força moral; firmeza: Notável a energia de seu caráter: Tem agido com grande energia.
3. Vigor, força: Com a idade, perdeu a energia.
4. Filos. Segundo Aristóteles (v. aristotélico), o exercício mesmo da atividade, em oposição à potência da atividade e, pois, à forma.
5. Fís. Propriedade de um sistema que lhe permite realizar trabalho. A energia pode ter várias formas (calorífica, cinética, elétrica, eletromagnética, mecânica, potencial, química, radiante), transformáveis umas nas outras, e cada uma capaz de provocar fenômenos bem determinados e característicos nos sistemas físicos. Em todas as transformações de energia há completa conservação dela, i. e., a energia não pode ser criada, mas apenas transformada (primeiro princípio da termodinâmica). [símb.:E]. (AURÉLIO, 1999)<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Dicionário Aurélio Eletrônico, versão 3.0, 1999.



A associação entre Energia e força é uma das concepções presentes entre os estudantes. A própria História da Ciência mostra que o termo força foi utilizado durante muito tempo para representar aquilo que hoje chamamos de Energia. Ao professor cabe a tarefa de procurar diferenciar esta associação, dando oportunidades aos estudantes para que estes possam refletir sobre a necessária diferenciação entre os dois conceitos (BUCUSSI, 2007).

Bucussi (2007) cita alguns argumentos e exemplos que podem auxiliar nesta diferenciação, como:

- Destacar o caráter vetorial da força em comparação ao caráter escalar da energia, desta forma energia é um estado e força é uma ação [...].
- Usando um exemplo do estudo de máquinas simples (alavancas ou roldanas), pode-se comprovar que é possível elevar um corpo fazendo uma força, por exemplo, seis vezes menor que o peso do mesmo. Para o estudante que confunde força com energia, pareceria estar sendo utilizada uma menor quantidade de energia nesta situação. Neste momento, se for evidenciada que a força menor só foi possível de ser feita às custas de um deslocamento seis vezes maior do que a elevação que se produziu no corpo, evidenciando que a energia utilizada não é proporcional apenas à força, mas ao produto da força pelo deslocamento a ela associado, mostramos a ele além da conservação da energia seu significado diferenciado do de força. (BICUSSI, 2007, p. 20).

Henrique (1996) lembra que para o professor ser capaz de propiciar atividades que explorem as diferentes qualidades dos conceitos de Energia e força, deve ter claro quais são as características desses conceitos. Características<sup>45</sup> resumidas abaixo:

<b>Energia</b>	<b>Força</b>
Descreve um sistema	Descreve uma interação entre sistemas
Grandeza escalar	Grandeza vetorial
Várias formas	Forma única
Transferível / transformável	Não transferível
Conservada / Degradável	Não conservada

<sup>45</sup> Citado em Henrique (1996) e adaptado de LEIMEIGNAN, G. & WEIL-BARAIS, A. A developmental approach to cognitive change in mechanics. International Journal of Science Educacion, v. 16, n. 1, p. 99-120, 1994.

Mesmo limitando o leque de acepções ao conceito de Energia no cenário científico, encontramos diferentes definições para esta noção, entre as quais podemos citar:

“Em física pode-se considerar que energia é a capacidade de realizar trabalho.” (BARROS & PAULINO, 2006, p. 91).

“A energia é uma característica do sistema, que tem um valor em cada instante e que pode se modificar quando o sistema se transforma.” (SEVILLA SEGURA, 1986, p. 250, tradução nossa);

“A energia é uma propriedade do sistema que se manifesta de muitas formas e que pode variar pela intervenção do trabalho e/ou do calor.” (SEVILLA SEGURA, 1986, p. 250, tradução nossa);

“Energia é uma magnitude Física que se apresenta sob diversas formas, está envolvida em todos os processos de mudanças de estado, se transforma e se transmite, depende do sistema de referência e, fixado este, se conserva.” (MICHINEL & D’ALESSANDRO, 1994, p.370-371, tradução nossa);

Mario Bunge (2000), tentando unificar as diversas definições de Energia propõe que energia é uma propriedade de determinado sistema físico, não é uma coisa, um estado ou um processo.

A variedade de definições ocorre, entre outros fatores, pela dificuldade de se definir o conceito. Isto pode evidenciar que mesmo num cenário científico, nem sempre é tarefa simples dar uma definição isenta de inadequação ou que não limite o conceito a um universo restrito, como acontece com a Energia. Porém, se a Ciência tem dificuldade em afirmar o que é Energia, faz-se necessário que os alunos tenham boas condições de reconhecer aquilo que não é Energia.

As questões sugeridas anteriormente têm como objetivo mostrar os múltiplos sentidos em que o termo Energia é utilizado e que mesmo no cenário científico não se tem uma definição precisa, favorecendo a idéia que este conceito é uma abstração, fruto de construção humana na busca da compreensão dos fenômenos.

A dificuldade em se definir o conceito de Energia é por muitas vezes considerada um “entrave” para aprender o significado científico. Mas esta incerteza pode ser vista como algo curioso e que aguça a capacidade imaginativa dos alunos. É desta forma que os autores Aníbal Figueiredo e Maurício Pietrocola elaboraram

um diálogo<sup>46</sup> hipotético com a Energia – **O que é energia?** (anexo V), o que justifica a proposição deste texto. A leitura e discussão deste consiste numa importante ferramenta de auxílio ao professor nessa primeira abordagem do conceito de Energia. O texto descontraído facilita o envolvimento dos alunos ao mesmo tempo em que discute temas considerados árdios, como os diversos sentidos atribuídos à Energia, desde os de senso comum até o científico. E os autores fazem isso sem descartar ou desvalorizar as concepções prévias sobre o conceito, pelo contrário, elas são instigadas por meio de um jogo – como se as pessoas brincassem de descobrir como a Energia pode se manifestar. Ao falar dos “disfarces” ainda não conhecidos, evidenciam que a Ciência não é algo pronto.

Neste diálogo com a Energia também são valorizados o contexto histórico, mostrando o caráter dinâmico da Ciência; a articulação com outras áreas do conhecimento, como os fatores responsáveis pela crise econômica dos anos 70 devido à alta do preço do petróleo, e a relação com os aspectos mais recentes da Física Moderna, vinculando a importância de outros trabalhos nas contribuições de Einstein.

Este texto mostra uma forma de indicar ao aluno como conhecer e se interessar por Ciência. Muitas outras podem ser despertadas, como instigar os alunos a buscar os “disfarces” da Energia presentes no seu dia-a-dia – um veículo em movimento, um tijolo que cai, um bate estaca, alimentos, uma lâmpada – a verificar quais fontes de Energia utilizamos, a pesquisar o porquê ocorrem os apagões, como o de 2001 no Brasil, quais as alternativas mais viáveis e até o que a Ciência ainda não sabe responder sobre Energia.

Para um conceito como este, tão abstrato e de atuação tão ampla, o texto **O que é energia?** reforça um dos grandes prazeres da Ciência: a imaginação! A leitura e a discussão do texto, articuladas com a mediação do professor, podem evidenciar:

- Que nem sempre a Ciência consegue definir conceitos, como o de Energia, de forma clara e precisa;
- Que são inúmeros os sentidos atribuídos à noção de Energia, porém, embora não consigamos defini-lo com precisão, estamos inseridos, nesse momento, num contexto/cenário científico.

---

<sup>46</sup> Figueiredo, A.; Pietrocola, M. Faces da Energia – Física um outro lado. São Paulo: FTD, 1998.

- O caráter dinâmico e em constante evolução da Ciência.
- Que a Ciência e as novas tecnologias se desenvolvem motivadas por fatores econômicos, entre outros.
- Que a Ciência se desenvolve tendo como base, também, as contribuições de outros cientistas.
- A dependência da sociedade atual para com a Energia.

A discussão do texto pode favorecer ainda que os alunos:

- Reconheçam e explicitem diferentes “disfarces” para a Energia.
- Pesquisem e identifiquem as diferentes fontes de Energia utilizadas por distintos países e/ou regiões, focalizando principalmente o cenário brasileiro e da região em que os alunos estão inseridos.
- Compreendam que a Energia é uma só que manifesta de diferentes formas.

Estamos cientes que leituras e interpretações individuais realizadas pelos alunos pouco contribuem para que os aspectos elencados anteriormente sejam atingidos. Dessa forma, sugerimos alguns trechos<sup>47</sup> do texto – **O que é energia?** – suscetíveis de debates.

A sugestão de debates procura atender a alguns dos objetivos propostos nos PCNs (1998), que enfatiza o diálogo como forma de mediar conflitos e de tomar decisões coletivas – atributos fundamentais para posicionamentos de maneira crítica, responsável e construtiva nas distintas situações sociais. Os debates favorecem ainda que os estudantes se percebam integrantes, dependentes e agentes transformadores do ambiente.

Questões que podem orientar a leitura e discussão do texto:

1. Quais os “disfarces” de Energia você conhece?
2. Que tipos de dependência nós temos em relação à Energia?
3. Como o governo brasileiro vem desenvolvendo meios alternativos de obter Energia?

Sugestão de pesquisas e trabalhos em grupo:

---

<sup>47</sup> No anexo V, estes trechos encontram-se sublinhados e foram numerados com algarismos arábicos. Esta numeração serve para indicar, ao final do texto, possíveis reflexões que podem orientar o debate em sala de aula.

4. Pesquisar e/ou identificar os fatores responsáveis pela crise econômica dos anos 70 devido à alta do preço do petróleo, assim como as medidas tomadas pelo governo brasileiro para diminuir a dependência do petróleo estrangeiro.
5. Quais as diferentes fontes de Energia utilizadas pela sociedade ao longo dos anos?
6. Qual a principal fonte de Energia utilizada predominantemente em sua região?

A primeira questão sugerida permite que os alunos explicitem quais as formas de Energia que conhecem e oportuniza que o professor apresente outras, como a Energia cinética e a Energia potencial. Neste momento, é importante começar a identificar as variáveis relacionadas a cada forma de Energia, assim como a dependência da Energia para com as grandezas envolvidas nos fenômenos. Um passo importante para que o aluno caminhe em direção à zona Empírica do perfil conceitual sugerido para a Energia.

As demais questões, assim como as sugestões de pesquisas e trabalhos em grupo, favorecem a compreensão de que um recurso natural muda com o tempo, conforme a disponibilidade do recurso na natureza, as necessidades da sociedade e a evolução do conhecimento técnico-científico. Um exemplo citado pelos PCNs (1998) refere-se à pecuária, que já teve interesse energético e hoje tem papel basicamente como fonte de alimentação e matéria-prima.

Uma das recomendações dos PCNs é que a escola assuma seu papel de formação de cidadãos, que desenvolva entre os estudantes a análise crítica e que contribua para o desenvolvimento da sociedade (BRASIL, 1998). Neste contexto, torna-se imprescindível promover em sala de aula discussões sobre temas atuais ligados a Ciências, como crise do petróleo, substituição de combustíveis fósseis por renováveis, Energia nuclear e fontes alternativas de Energia. Assuntos que merecem atenção especial em virtude do Brasil estar em posição mundial de destaque na produção de biocombustíveis.

Temas que devem ser trabalhados de forma ampla, destacando aspectos positivos e negativos de cada um deles, de modo a propiciar que o aluno tenha condições de se posicionar em relação ao assunto. E os contextos a serem trabalhados são muitos: fatores ambientais, econômicos e sociais norteiam estas

discussões. Como exemplo, sugerimos abordagens sobre a expansão das lavouras de cana-de-açúcar no Brasil para atender à demanda mundial de combustíveis.

O país está em uma situação privilegiada em relação ao álcool combustível, afinal são 30 anos de experiência na produção que podem acarretar importantes vantagens econômicas frente a parceiros comerciais. No entanto, é necessário discutir também a história degradante do cultivo da cana-de-açúcar. As precárias condições de trabalho dos “bóias-frias”, as inúmeras denúncias de mão-de-obra escrava em fazendas de cana-de-açúcar, a devastação das florestas para seu cultivo, entre outros, são assuntos que não podem ficar marginalizados na escola. Não pretendemos com este enfoque evitar o desenvolvimento de uma tecnologia genuinamente brasileira. O que sugerimos é que estes temas sejam também tratados no ambiente escolar, uma vez que o biocombustível aponta como a principal matriz energética do país e o aluno precisa estar preparado para conhecer, ponderar e discutir.

Outro ponto salientado pelos PCNs é que as proposições de atividades procuram atender refere-se à alteração das necessidades que governam a intervenção humana sobre o meio ambiente devido ao crescimento populacional mundial aliado às novas tecnologias. A comparação de diferentes fontes de Energia utilizadas pela sociedade ao longo do tempo, seja no cenário mundial, nacional ou específico da região que os estudantes estão inseridos, tem papel de destaque. É importante fornecer elementos que permitam aos alunos avaliar a capacidade de “geração” de Energia para diferentes fontes, com destaque para as alternativas, evidenciando vantagens e desvantagens de sua utilização, com ênfase aos impactos ambientais. Um exemplo é a construção de hidrelétricas, responsáveis pela “produção” de uma Energia limpa e renovável, mas à custa de inundarem grandes áreas, comprometendo ecossistemas e a obtenção de água potável (BRASIL, 1998).

Abordagens como as anteriores propiciam ao aluno um conhecimento mais amplo sobre o que é Energia – primeiro passo para que se busque a evolução conceitual. Mas para caminhar em direção ao conhecimento científico elaborado, os estudantes precisam dominar as medidas relacionadas às formas de Energia. Para isso, vemos nas atividades experimentais e no uso de recursos como simuladores importantes aliados do professor na sua mediação para a construção do conceito pelos estudantes.

As atividades propostas, como já salientado por Delizoicov & Angotii (1992), além de despertarem o interesse nos alunos, devem propiciar uma situação de investigação. Se planejadas levando em conta esses fatores, propiciam momentos ricos no processo de ensino-aprendizagem.

Ao professor, cabe a tarefa de evitar que esta prática se dê no sentido de reforçar o caráter autoritário e dogmático do Ensino de Ciências, evitando atividades experimentais e/ou simuladores planejados com o intuito de provar leis e teorias, o que efetivamente empobrece a formação e apreensão dos conhecimentos científicos. Dessa forma, as atividades propostas devem favorecer a discussão e interpretação dos resultados obtidos. Nesse contexto, o professor age no sentido de desenvolvimento dos conceitos envolvidos, atuando como um orientador crítico, o que minimiza uma postura autoritária e dogmática no ensino e do trabalho em Ciências (DELIZOICOV & ANGOTTI, 1992).

Neste momento, não temos como preocupação central explorar as noções de transformação e conseqüentemente a conservação da Energia. No entanto, as atividades experimentais sugeridas na literatura geralmente abordam estas noções, o que se justifica por evidenciarem as principais características do conceito. Aqui, vale destacar a carência de sugestões de atividades experimentais referentes ao conceito de Energia para o Ensino Fundamental. As proposições encontradas destinam-se principalmente aos estudantes do Ensino Médio.

Frente a esta carência e procurando contribuir para o desenvolvimento do trabalho docente, sobretudo na etapa final do Ensino Fundamental, recorreremos a simulações e animações. Estes instrumentos são propostos devido à dificuldade em remeter os estudantes, deste nível de ensino, a experiências e demonstrações relacionadas ao conceito de Energia e por vermos nestes recursos um importante aliado nas práticas em sala de aula, o que amplia o leque de procedimentos e estratégias para o ensino. Vale ressaltar que estas ferramentas não são suficientes por si só, mas devem ser sempre vinculadas e complementares às ações docentes.

Os simuladores disponibilizados na *internet* que abordam o conceito de Energia, semelhante ao que acontece com as atividades experimentais, também se destinam na maioria dos casos ao Ensino Médio. Mas ao explorar estes recursos, verificamos que muitos podem ser utilizados na última série do Ensino Fundamental, por não envolverem um elevado grau de dificuldade e manuseio. Muitos exigem

estimativas, e mesmo os que necessitam de cálculos para sua execução, oferecem comumente a calculadora como ferramenta auxiliar. Como Angotti (1991), entendemos que: “Não se trata de aborrecer os alunos com ‘cálculos e continhas intermináveis’, mas de lutar com eles para adquirirem a capacidade de estimar, dimensionar com relativa precisão.” (ANGOTTI, 1991, p. 142, grifo do autor).

Os simuladores propostos, muitos elaborados numa espécie de jogo, se promovidos por uma mediação docente orientada pela problematização, podem possibilitar um ambiente de aprendizagem que favoreça o prazer, em contraposição à aridez e à indiferença ao interesse dos alunos (BASTOS & ANGOTTI, no prelo).

Estas atividades podem, ainda, possibilitar ao professor investigar as estratégias utilizadas pelos alunos para a resolução do desafio proposto, muitos na forma de jogos, além de propiciarem aos alunos uma maior habilidade em resolver problemas, aproximando-os do conhecimento novo (BASTOS & ANGOTTI, no prelo). Entendemos também que as simulações propostas oferecem um requisito básico para o processo de ensino-aprendizagem de Ciências – a capacidade de despertar o interesse e a motivação do aluno.

Neste contexto, Dewey (1924) sinaliza favoravelmente em direção à inclusão do lúdico como metodologia didática formal ao ensino das crianças.

[...] brincando elas observam mais atentamente e deste modo fixam na memória e em hábitos muito mais do que se simplesmente vivessem indiferentemente todo o conteúdo da vida ao redor. Conseqüentemente, enquanto jogos imitativos são de grande valor educacional no modo de ensinar a criança a observar seu meio e alguns dos processos necessários ao seu desenvolvimento. (DEWEY, 1924, *apud* BASTOS & ANGOTTI, no prelo).

Corroboramos com Bastos & Angotti (no prelo) ao afirmar que: “O jogo [...], é por natureza, um desafio e por isso mesmo, sempre estimulante. Para enfrentarmos e resolvermos as situações problemáticas da vida, precisamos criar estratégias de enfrentamento e solução.” (BASTOS & ANGOTTI, no prelo).

Como esses autores, entendemos estratégias como:

[...] formas de organizar determinados recursos e condições mentais e materiais para vislumbrar uma solução de um problema ou situação problemática, ou melhor, o conjunto de esquemas mentais estabelecidos pelo sujeitos que visam uma solução satisfatória para



o enfrentamento do problema ou situação. (BASTOS & ANGOTTI, no prelo).

Dessa forma, reconhecer as estratégias utilizadas pelos estudantes é também tarefa do ensino de Ciências.

Para a solução dos desafios propostos, faz-se necessária a utilização de conceitos científicos, como a noção de Energia elétrica, assim como a sua dependência para com os valores de potência e tempo. Isso favorece o ingresso do aluno num domínio conceitual mais elaborado.

O conjunto de simuladores<sup>48</sup> e animações sugeridos foi organizado procurando respeitar uma possível evolução de hierarquias para o conceito de Energia. Num primeiro momento, para trabalhar medidas, as sugestões são referentes à Energia elétrica, já que outras formas de Energia, como cinética e potencial, aparecem, nos simuladores encontrados, vinculadas à transformação e conservação – próximo grupo de descritores a ser abordado. A opção é válida pelo fato da Energia elétrica ser uma das manifestações mais próximas do dia-a-dia do aluno, além de ter forte apelo para que os estudantes tenham atitudes mais críticas e autônomas em questões relacionadas ao “desperdício” de Energia e a medidas de economia.

Por exemplo, no simulador **Compra de Eletrodomésticos**, um casal precisa equipar sua nova residência, e estão dispostos a fazer isso respeitando um intervalo de “consumo”<sup>49</sup> de Energia – mínimo de 300 kWh e máximo de 400 kWh. A casa é composta de 7 ambientes – 2 quartos, 2 banheiros, sala, cozinha e lavanderia. É fornecida uma relação completa de eletrodomésticos comuns, com diferentes opções de compra. Por exemplo, para geladeira o aluno encontra as opções uma ou duas portas; para lâmpadas, pode optar por incandescente ou fluorescente; o fogão pode ser comum, elétrico com duas ou três chapas. Obviamente, as diferentes opções correspondem a diferentes valores de potência, porém, o tempo de utilização diário indicado é o mesmo. Este simulador não tem como exigência que o aluno efetue necessariamente os cálculos de “consumo” de Energia para cada

---

<sup>48</sup> Os simuladores sugeridos são todos *freeware*.

<sup>49</sup> Os simuladores fazem uso dos termos consumo, geração e produção ao referirem-se a Energia elétrica, denominações estas comuns e muito presente no dia-a-dia. No entanto, utilizaremos “aspas” ao fazer uso desses termos, por sugerirem uma violação ao Princípio de Conservação da Energia. Para abordagens posteriores, que abordam as noções de transformação, conservação e degradação da Energia, estes termos devem, sempre que possível, ser evitados.

eletrodoméstico. Ao realizar todas as compras julgadas necessárias, o simulador avverte se o intervalo de “consumo” foi respeitado.

Esta atividade pode auxiliar o aluno a perceber a diferença de “consumo” de Energia entre eletrodomésticos com o mesmo fim, por exemplo, as lâmpadas incandescentes e fluorescentes. E possibilita ainda que o professor explore as diferentes características desses materiais, que o aluno faça escolhas conforme as suas necessidades reais, e mais, que o aluno simule suas compras, conforme os aparelhos que tem em casa. Porém, vale lembrar que o tempo de utilização é estipulado pelo simulador e pode ser muito discrepante com o tempo real utilizado pelos alunos em suas casas. (Disponível em: [http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_energia\\_compra\\_eletro.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_compra_eletro.htm))

A descrição de outros simuladores, assim como os endereços eletrônicos para acesso, são fornecidos no anexo VI. O professor deve complementar esse primeiro conjunto de proposições com medidas relacionadas a outras formas de Energia.

Em abordagens posteriores – próximo grupo de descritores – o docente pode retornar aos simuladores sugeridos, salientando quais as características que os “vilões” domésticos têm em comum, quais as transformações de Energia envolvidas em cada processo, orientando as discussões pautadas nas noções de Conservação e degradação da Energia.

Em resumo, os descritores Realismo-Empirismo procuram identificar o que o estudante entende por Energia e explicitar os diferentes sentidos vinculados a contextos diversos, introduzindo-o às práticas da comunidade científica. Desta forma, procura-se propiciar que os alunos saiam da simples descrição dos fenômenos e comecem associar Energia a sua medida, a suas formas – o que é caracterizado pelo emprego de equações que objetivam sua determinação precisa. A correlação das grandezas envolvidas, com a sua matematização para cada forma de Energia, caracteriza uma zona intermediária do Perfil Conceitual – a Empírica, a caminho da abstração.

### 3.1.2 Descritores Empirismo-Racionalismo

A transformação da Energia, e por extensão o seu Princípio de Conservação, são noções fundamentais para uma compreensão mais elaborada do conceito. Desta forma, este grupo de descritores, composto por atividades experimentais, simuladores e textos, procura avançar em direção à zona Racional do Perfil Conceitual. Nossas proposições, além do desenvolvimento das noções de transformação e conservação da Energia, pretendem minimizar o *status* da substancialização deste conceito.

Assim, a organização de nossas proposições busca um desenvolvimento gradual para o conceito de Energia, para que esta noção abstrata seja construída a partir de situações concretas, evitando assim, definições dogmáticas.

A partir do reconhecimento por parte do estudante das formas de Energia, suas medidas, quantificação e relação entre grandezas, temos como objetivo num primeiro momento propor a articulação das várias formas de Energia, oportunizando a compreensão da noção de transformação e, posteriormente, do seu princípio de conservação. Os processos de transformação, associados a sua conservação, constituem a essência do conceito.

No estudo das diferentes formas de Energia, é importante estabelecer cadeias de transferência e transformação na medida em que os processos ocorrem. Além de uma abordagem meramente descritiva, é necessário evitar que os alunos associem Energia a objetos isolados ou a partes individuais de um sistema.

Buscando promover gradativamente uma evolução conceitual dos estudantes, sugerimos inicialmente três atividades experimentais bastante simples que visam abordar, sobretudo, a noção de transformação da Energia, sendo que a sua conservação e degradação permeiam estas proposições.

A primeira atividade – **Investigando a Energia envolvida na queda de um objeto** – é proposta em Ação e Pesquisa em Educação em Ciências (APEC, 2006). Esta atividade possibilita ao professor retomar a equação que permite o cálculo da Energia potencial gravitacional, oportunizando ao aluno visualizar na prática a relação de dependência entre as grandezas envolvidas, além de evidenciar a transformação da Energia da forma potencial para a cinética. No entanto, esta

atividade, por si só, pode reforçar o vínculo e/ou associação entre as noções de força e Energia. Para explicitar as diferenças entre os dois conceitos, o professor pode retornar as sugestões provenientes da seção 3.1.1.

Nesta experiência o aluno precisa avaliar a quantidade de Energia potencial gravitacional relacionada a duas esferas de mesmo tamanho e massas distintas abandonadas de determinadas alturas sobre uma bacia com argila. A experiência deve suscitar que os alunos façam previsões sobre o que vai acontecer com a argila (deformação), para distintas situações, como: as duas esferas abandonadas de uma mesma altura, a mesma esfera abandonada de alturas diferentes e as duas esferas abandonadas de alturas diferentes de modo a produzir a mesma deformação na argila. Os materiais necessários, as informações sobre como realizar o experimento e questões que orientam a atividade encontram-se no anexo VII.

A segunda atividade proposta também se refere à medida da Energia potencial gravitacional e às transformações de Energia, mas procura sinalizar a noção de dissipação.

Para a realização desta atividade, os materiais necessários são: bola de borracha ou de couro (bola de tênis ou *frescobol*, por exemplo), balança e trena. A bola deve ser abandonada de uma altura ( $h_1$ ) conhecida e deve-se medir a altura ( $h_2$ ) que ela retorna após a colisão com o solo. Depois de determinada a massa da bola, os estudantes devem calcular a Energia potencial gravitacional do sistema<sup>50</sup> bola-Terra quando a bola se encontra nas alturas  $h_1$  e  $h_2$ .

Questões que podem orientar esta atividade:

1. Determine a Energia potencial gravitacional do sistema quando a bola se encontra na altura  $h_1$ .
2. Determine a Energia potencial gravitacional do sistema quando a bola se encontra na altura  $h_2$ .
3. Quais as transformações de Energia envolvidas na descida e subida da bola?
4. Por que a bola não retorna a mesma altura de que foi abandonada?
5. Calcule a quantidade de Energia que o sistema dissipou.
6. O que aconteceu com esta Energia dissipada?

---

<sup>50</sup> A opção pela denominação “Energia potencial do sistema bola-Terra” em detrimento de “Energia potencial da bola” será argumentada na seqüência desse trabalho.

O professor pode iniciar esta atividade solicitando que os alunos façam previsões quanto à nova altura a ser atingida pela bola – se será maior, menor ou igual. Aqui é importante estimular os alunos a argumentarem, procurando justificar suas previsões. A partir da noção de conservação da Energia, o professor pode abordar a impossibilidade da bola, quando abandonada, retornar a uma altura maior que a inicial. Pode discutir ainda as condições necessárias para que a bola retorne à mesma altura e o papel das idealizações em Ciências – que despreza a resistência do ar, o atrito entre as superfícies, entre outras simplificações.

A atividade pode ser repetida utilizando bolas confeccionadas com outros materiais, de maneira a comparar os resultados, identificando, por exemplo, a situação em que ocorre maior dissipação de Energia.

A terceira atividade recomendada, semelhante a alguns dos simuladores propostos na seção anterior, tem como um dos objetivos fazer com que os alunos calculem o “consumo” de Energia elétrica em suas casas. No entanto, sugerimos nesta atividade que se identifiquem as transformações de Energia envolvidas em cada um dos aparelhos elétricos. Aqui, o professor pode retomar as diferentes manifestações da Energia.

Para facilitar a manipulação dos dados, os alunos podem elaborar uma tabela, conforme o exemplo abaixo.

<b>Aparelho Elétrico</b>	<b>Tempo de funcionamento mensal (horas)</b>	<b>Potência do Aparelho (W)</b>	<b>Energia Elétrica (kWh)</b>	<b>R\$</b>	<b>Transformações de Energia relacionadas a cada aparelho</b>
TV					
Ferro de passar					
Chuveiro					

Para a realização desta atividade, o professor deve chamar a atenção para que um adulto verifique a potência dos aparelhos elétricos. Vale ressaltar ainda que a chave geral deve ser desligada.

Questões que podem orientar esta atividade:

1. Faça uma lista dos aparelhos elétricos de sua residência, e com a ajuda de um adulto, identifique e anote os valores de suas potências.

2. Com a ajuda de seus pais ou outros moradores da casa, estime o tempo que estes aparelhos ficam ligados no mês. Para facilitar esta estimativa, pense inicialmente no tempo de funcionamento diário.
3. Consulte em sua conta de Energia elétrica o valor do kWh.
4. O valor do kWh da sua conta é o mesmo dos seus colegas da turma? Vocês moram na mesma região? Vocês fazem parte de algum programa social<sup>51</sup>?
5. Quais os três aparelhos elétricos de sua casa “consomem” mais Energia?
6. Qual o custo aproximado devido à utilização destes aparelhos?
7. Quais as transformações de Energia ocorrem nestes aparelhos? Há algo em comum entre eles?
8. Procure identificar as transformações de Energia em todos os aparelhos de sua residência.
9. Pesquise medidas para reduzir o custo com Energia elétrica em sua casa e mãos à obra!

O estudo das transformações da Energia envolvidas nos mais diversos aparelhos elétricos domésticos permite ao professor e alunos terem uma ampla gama de exemplos de transformação. Outros exemplos podem e devem ser complementados pelo professor, como as transformações de Energia relacionadas aos fenômenos da fotossíntese, respiração celular e as que ocorrem no interior do Sol.

Uma vez oportunizado ao aluno identificar, para distintos fenômenos, as transformações de Energia envolvidas, é necessário caminhar em direção ao conhecimento ainda mais elaborado, mais fundamental – o princípio de conservação da Energia.

O princípio da conservação da Energia é primordial para entender cientificamente este conceito. No entanto, as pesquisas sobre as concepções alternativas dos estudantes revelam que a maioria não utiliza a noção de transformação e conservação da Energia e pensa que ela pode ser consumida ou até mesmo desaparecer. Revelar a estes estudantes a importância da conservação é apresentá-los a uma nova forma de pensar o mundo e explicá-lo.

Para auxiliar na compreensão do caráter abstrato do conceito de Energia e do seu princípio de conservação, sugerimos a leitura e a discussão da analogia

---

<sup>51</sup> Dependendo das características da turma, esta questão pode ser suprimida.

proposta pelo físico Richard Feynman no livro<sup>52</sup> *Física em Seis Lições*, proveniente de *Lectures on Physics*. O autor descreve uma situação hipotética em que a mãe de um garoto confere constantemente o brinquedo de seu filho (28 blocos de madeira indivisíveis). A contagem realizada pela mãe vai se complicando e as situações vão se tornando cada vez mais complexas ao buscar a invariância dos 28 blocos. O texto<sup>53</sup> procura evidenciar a conservação da Energia em analogia à conservação dos blocos, tratando o conceito como algo abstrato e que se conserva.

Deste texto de Feynman, destacamos alguns pontos que podem suscitar questões e discussões, importantes de serem tratadas no ensino do conceito de Energia. A primeira delas é o fato de não se definir Energia, como comumente ocorre aos diferentes conceitos científicos. Não somos contrários a definições de conceitos, desde que estes possam ser definidos e isso não se faça de forma limitada, equivocada ou que propicie interpretações distintas da compreensão científica, como geralmente se dá ao tentar definir o conceito de Energia.

O tratamento dado por Feynman ao conceito propicia a desmistificação do conhecimento científico como uma verdade absoluta, como uma Ciência pronta, acabada. Tal abordagem tende a favorecer o caráter dinâmico, em constante evolução da Ciência.

Feynman evidencia ainda a limitação da própria Física, que trata a Energia como algo abstrato e que embora não saibamos o que é, criamos métodos ou se preferir fórmulas que permitem o cálculo dessa quantidade invariante nos processos físicos. Para Feynman, Energia é algo abstrato que se conserva, de tal modo que podemos afirmar que Energia é conservação.

O que propomos com esta leitura é uma maior discussão em torno do significado deste Princípio de Conservação, salientado como uma construção teórica, de caráter abstrato. O texto pode propiciar ainda que a Conservação da Energia é mais uma questão de princípio do que de fato. O caráter de substância ou de objeto atribuído à Energia é distinto da noção de Energia como uma grandeza abstrata e invariante nos processos físicos (SOUZA FILHO, 1987).

---

<sup>52</sup> Feynman, Richard P. *Física em Seis Lições*. Tradução Ivo Korytowski, 5ª edição, Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.

<sup>53</sup> A primeira seção – **Que é Energia?**, do capítulo – **Conservação da Energia** encontra-se no anexo VIII. As demais não foram transcritas pelo elevado grau de dificuldade, julgado inadequado aos estudantes do Ensino Fundamental. E também, por objetivar derivar as equações para o cálculo da Energia cinética e potencial de forma pouco convencional, o que se distancia de nossa proposição.

Um cuidado que se deve ter ao utilizar a analogia proposta por Feynman é não associar a conservação da Energia aos blocos em si, ou seja, a conservação dos blocos não deve induzir a tomar o objeto pelo processo. Deve-se sim associar a conservação da Energia ao processo de obtenção da quantidade “28”.

Estamos cientes que associar Energia a uma grandeza que se conserva, apenas, pode deixar expectativas nos alunos quanto à sua identidade. Souza Filho (1987) lembra que é como se soubéssemos o nome e mais algumas informações sobre certa pessoa sem sermos devidamente apresentados. Segundo este autor, esta expectativa está relacionada ao fato de se querer associar Energia a uma substância. Isto implicaria que a Energia é alguma entidade ou objeto que pudesse ser reconhecido e isolado dos processos físicos. Mas isto não ocorre. As diferentes maneiras de se referir à Energia, como Energia cinética, Energia gravitacional, Energia nuclear, entre outras, não implicam diferentes entidades energéticas, mas diferentes processos físicos ocorrendo. A Energia que se verifica durante os processos está relacionada à capacidade de um sistema mudar. Portanto, por uma questão de princípio, Energia não pode ser uma substância (SOUZA FILHO, 1987).

O professor pode salientar ainda que:

A busca incessante e sistemática de algo que se conserva nas transformações da matéria (e da energia) no espaço e no tempo – que os humanos souberam identificar e sistematizar – resultou em determinadas leis gerais com amplo grau de abrangência e utilização. Devido a eficiências mostradas em diversas situações adquiriram um status na comunidade científica, a ponto de não precisarem ser testadas a cada situação empregada. (AUTH, 2002, p. 94).

O professor pode observar aos alunos o fato da validade do princípio da conservação da Energia e de sua credibilidade ser tão incontestado a ponto de ser proposta por Fermi, em 1931, a existência de uma nova partícula, o neutrino, para que o princípio da conservação da Energia se mantivesse. No entanto, é necessário evitar transformar o princípio da conservação da Energia num dogma, vinculado a uma verdade final e imutável. Nesta direção, pode ser observado aos alunos a re-significação deste princípio com o advento de teorias mais modernas, como a Relatividade – Princípio da Conservação Massa-Energia.



A complementação dos estudos da transformação e conservação da Energia, em sistemas conservativos e dissipativos, podem ser realizadas pelo uso de simuladores. As sugestões descritas resumidamente a seguir têm este fim.

O simulador – **Transformação de Energia** – trata da queda de um trapezista sobre uma cama elástica. O recurso permite que o usuário manipule os valores da massa<sup>54</sup> do trapezista e a altura da qual ele vai cair. Definidos estes parâmetros, a animação ilustra o movimento do trapezista, fornecendo os valores da Energia potencial gravitacional, cinética, elástica, além da velocidade do trapezista durante todo o movimento – queda, interação com a cama elástica e subida. A atividade permite a observação das transformações de Energia envolvidas e a sua conservação. (Disponível em: [http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_energia\\_trapezista.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_trapezista.htm))

A animação intitulada – **Montanha-Russa** – simula o funcionamento de uma montanha-russa. O recurso possibilita apenas avaliações qualitativas, mas permite que se alterem uma ampla gama de parâmetros, como: elevação de dois segmentos da montanha russa, altura do *looping*, aceleração da gravidade, massa, velocidade inicial do carrinho e o atrito entre este e os trilhos. O objetivo do simulador é que o aluno acerte os parâmetros para que o carrinho consiga completar todo o percurso. Sugestões de um roteiro e questões que podem ser utilizadas para orientar a atividade encontram-se no endereço eletrônico em que o simulador está disponível. (Disponível em: <http://www.funderstanding.com/K12/coaster/>)

A simulação – **Energia** – ilustra a queda de uma bola e o choque desta com uma superfície. O usuário define os parâmetros Energia potencial gravitacional, massa da bola e o índice percentual de dissipação da Energia devido ao impacto com a superfície, observando na animação o resultado devido os fatores escolhidos. O simulador fornece os valores da velocidade de impacto da bola e permite mostrar a transformação de Energia potencial gravitacional em cinética e vice-versa, além de possibilitar abordar a conservação da Energia num sistema não conservativo. (Disponível em: <http://jersey.uoregon.edu/vlab/PotentialEnergy/index.html>)

A – **Energia: uma propriedade dos sistemas** – oportuniza discutir a transformação e conservação da Energia em sistemas conservativos e em não

---

<sup>54</sup> No simulador, este parâmetro é denominado de peso.

conservativos, sem exigir a utilização de fórmulas, por parte do usuário, para a descrição dos fenômenos, mas possibilitando a uma análise qualitativa.

Esse recurso pode ser utilizado também na etapa prévia do estudo de conservação da Energia, pois pode instigar ao aluno construir uma percepção intuitiva sobre o fenômeno. Essa primeira aproximação pode facilitar o entendimento do modelo científico relacionado a esse tema, percebendo-o também como uma construção humana, substituível e em permanente elaboração.

O simulador representa o movimento de uma menina em duas situações, primeiro numa rampa curva (topogã), e depois numa superfície horizontal. Esse movimento propicia uma variação da Energia cinética e potencial ao longo da rampa, em que o coeficiente de atrito entre a superfície da rampa e a menina é considerado desprezível, configurando um sistema conservativo. Na superfície horizontal, o aluno pode controlar a inserção e o valor do coeficiente de atrito, podendo configurá-lo como um sistema dissipativo.

(Disponível em: [http://www.rived.mec.gov.br/site\\_objeto\\_ver.php?codobjeto=116](http://www.rived.mec.gov.br/site_objeto_ver.php?codobjeto=116))

A inserção de um sistema dissipativo ocasiona discussões sobre a degradação e as possíveis transformações irreversíveis da Energia. Tal abordagem pode facilitar a compreensão de que a Energia se transforma de uma forma de maior utilidade para outra de menor utilidade, que os sistemas se transformam, naturalmente, de uma forma mais organizada para outra menos organizada – um primeiro passa em direção ao conceito de Entropia. Essa discussão permite a compreensão do princípio de conservação num domínio mais abrangente, pois ilustra uma importante lei que limita os processos de transformação, estabelecendo sua irreversibilidade. A noção de degradação da Energia pode favorecer ainda a compreensão dos problemas energéticos do mundo contemporâneo.

O conceito de Energia adquire significado na Ciência com o estabelecimento de sua conservação, e a compreensão da transformação é fundamental para isso. Considerando esta dimensão do conceito, a interpretação dos fenômenos, numa perspectiva científica, deve envolver impreterivelmente a observação de interações, a delimitação de sistemas e o papel dos referenciais na caracterização desses.

Por exemplo, a Energia potencial gravitacional é comumente tratada como a Energia armazenada no corpo, sem fazer qualquer referência ao sistema corpo-Terra (TERRAZAN, 1985). Este tipo de abordagem, comum nos livros didáticos, sugere

uma materialidade do conceito. Ao falar, por exemplo, “a Energia potencial da pedra”, e não “a Energia potencial do sistema pedra-Terra”, a análise se restringe somente à pedra. No entanto, a Energia potencial gravitacional está relacionada a uma interação gravitacional entre as massas dos corpos.

Outro ponto importante a ser salientado refere-se ao fato do movimento ser relativo, por exemplo, quando nos referimos a Energia cinética. Não há sentido, portanto, falar de Energia cinética sem se estabelecer previamente um sistema de referência (HENRIQUE, 1996; BUCUSSI, 2007).

Quando não deixamos claro este **caráter sistêmico e relativo da energia**, acabamos por dar oportunidade ao desenvolvimento de concepções sobre a energia que a **associam a um corpo isolado**. Por trás de tudo isto está a idéia equivocada de se querer interpretar as medidas de energia como se fossem valores absolutos, sem ter claro que só podemos medir a energia quando ocorre alguma variação em seu valor, justamente devido à ocorrência de algum processo de transformação ou transferência. (BUCUSSI, 2007, p. 24, grifo nosso).

No entanto, as pesquisas em concepções alternativas retratam a tendência de se interpretar os fenômenos numa perspectiva local, em que as entidades e quantidades físicas são concebidas como propriedades intrínsecas aos corpos.

Como Henrique (1996), entendemos que:

Essas formas do pensar/observar os fenômenos físicos, típicas da perspectiva espontânea, estão bem distantes da análise sob a perspectiva científica. A visão local, própria do raciocínio do senso comum, **se opõe à idéia de sistemas de corpos e interações físicas** ou, ainda, a propensão em se conceber as grandezas físicas como **qualidades intrínsecas aos corpos** se opõe à idéia de quantidades que **dependem de corpos em interação e sistemas de referencias**. Da mesma forma, a descrição linear, contínua e temporal do fenômeno se opõe à análise em termos dos estados inicial e final de um sistema. (HENRIQUE, 1996, p. 49, grifo nosso).

Esta característica do pensamento do senso comum, que associa Energia a um caráter real e quase material – distantes da idéia de interação – constituem-se em obstáculos à descrição e interpretação dos fenômenos através da Lei de Conservação da Energia.

Frente a isso, o que propomos é maior ênfase à idéia de sistemas de corpos e interações físicas, evidenciando que as quantidades, como a Energia potencial gravitacional, dependem de corpos em interação e sistemas de referência. Tal abordagem pode minimizar a idéia de substancialização da Energia. Para isso, distintas situações<sup>55</sup> serão exemplificadas.

## **O caso da Energia potencial gravitacional**

### Primeira situação:

Considere um corpo de massa  $m$ , suspenso a uma altura  $h$  em relação à superfície da Terra. Para esta situação, onde está a Energia potencial gravitacional?

A equação que permite o cálculo da Energia potencial gravitacional é  $mgh$ . Esta expressão pode sugerir que é o corpo de massa  $m$ , que se encontra a uma altura  $h$ , que possui certa quantidade de Energia. Ou seja, que a Energia fica armazenada no corpo que foi erguido.

É importante que se façam considerações para testar a hipótese acima, como por exemplo: A Energia continuaria existindo sem a presença desse corpo?

A resposta é não. Pode-se evidenciar isso deixando o corpo cair sobre uma lata (de refrigerante vazia, por exemplo). O fato de o corpo amassar a lata (pode-se dizer também, em Mecânica, que o corpo realizou trabalho, provocou mudanças) é um indicativo para a existência da Energia. Portanto, a presença do corpo é imprescindível. Sem o corpo, não se tem mais interação e não se pode, portanto, associar ao sistema a Energia potencial.

Também pode ser destacado que o fato do corpo desaparecer implica em relacionar algum processo de transformação da Energia ao sumiço deste. Ou seja, o

---

<sup>55</sup> As situações descritas nesta seção são provenientes de alguns dos exemplos e abordagens tratados em Henrique (1996), durante um curso de atualização de professores em serviço, oferecido pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo, coordenado pela Professora Dra. Jesúna Lopes de Almeida Pacca e pelo Professor Dr. Alberto Villani. O módulo que trataremos caracterizou-se pela busca da compreensão das concepções e dificuldades dos estudantes e professores relacionados à lei de Conservação da Energia e, pela busca de atividades que visassem à reconstrução gradual de suas concepções. Este módulo ocorreu no primeiro semestre de 1996.

A primeira situação proposta foi “inspirada” também no tratamento dado a noção de Energia potencial gravitacional no livro Faces da Energia, de Anibal Figueiredo e Mauricio Pietrocola.

desaparecimento não pode ser considerado como um evento independente da caracterização do sistema, sendo necessário conhecer o processo pelo qual o corpo sumiu para saber o que teria acontecido à Energia potencial e para entender que este processo envolveu outra interação. “Essa interação seria, então, responsável pela transferência e transformação da energia potencial associada ao campo/sistema. Caso contrário, se estaria considerando que a energia também teria desaparecido magicamente.” (HENRIQUE, 1996, p. 66).

Então, só a presença do corpo basta para a existência da Energia? É preciso algo mais? O quê? Se mantivéssemos o corpo e tirássemos a Terra “debaixo” dele, ele cairia e amassaria a lata?

O corpo foi erguido a partir da superfície terrestre e quando foi abandonado desceu em movimento acelerado devido à força peso que a Terra exerce sobre ele. Se considerarmos que “magicamente” a Terra sumisse, não teríamos a força gravitacional, e conseqüentemente ele não amassaria a lata. Portanto, são necessários o corpo e a Terra para que exista Energia nessa forma potencial.

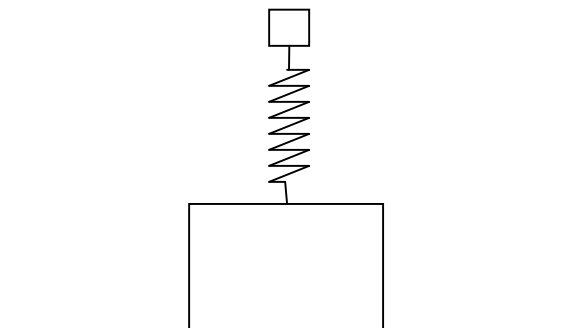
Já sabemos que são necessários o corpo e a Terra para que exista Energia. Será que é preciso de mais alguma coisa? Imagine que tivéssemos o corpo e a Terra, mas não houvesse força de atração entre eles. O corpo cairia em direção à Terra e amassaria a lata? Parece que não! O campo gravitacional produzido pelos corpos é fundamental para que a Energia exista na forma potencial gravitacional. Pode ser abordado ainda que se não existisse campo gravitacional, o trabalho para levantar um corpo aqui na superfície da Terra seria nulo, e como conseqüência, não haveria Energia sendo transferida para a forma potencial gravitacional.

Portanto, para a situação proposta – um corpo suspenso em relação à superfície da Terra – a Energia potencial gravitacional está associada ao sistema corpo-campo gravitacional-Terra.

### Segunda situação:

A idéia aqui é ilustrar outra situação, em que a interação presente no fenômeno é concretizada por uma mola. Para isso, considere dois blocos ligados por uma mola e separados de maneira a deformá-la. Um dos blocos tem uma massa muitas vezes maior que o outro e estes estão em disposição vertical, com o bloco de

maior massa apoiado – em analogia com o fenômeno do corpo que cai sob a ação da força peso.



**Figura 28:** Representação de dois blocos ligados por uma mola.

Nesta situação, cabe a seguinte pergunta: Após a mola se deformar, onde se encontra a energia potencial elástica?

É provável que respondam que esta estaria armazenada na mola, e não no bloco de menor massa, ou ainda nos dois. Esta analogia indica que a mola concretiza a interação e faz o papel do campo gravitacional da situação anterior. Desta maneira, sem a mola não haveria força elástica, assim como sem interação ou sem campo não há força gravitacional. A discussão desta situação sugere a idéia de Energia associada ao sistema corpo-Terra devido à interação gravitacional entre os dois corpos.

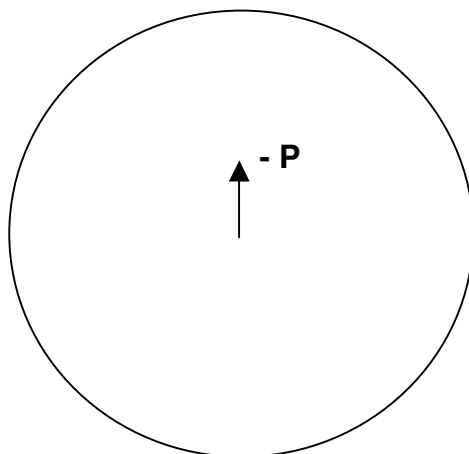
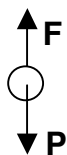
A analogia pode ser útil, pois atribuir Energia ao sistema blocos-mola é mais natural que atribuí-la ao sistema corpo-Terra, pois a mola tem existência material. Vale lembrar que o conceito de campo é também complexo, já que este é uma entidade abstrata, uma vez que não é visto e não tem massa.

E mais, para o caso da mola, o cálculo da energia do sistema não depende de uma característica do corpo. A expressão utilizada para determinação da energia potencial elástica –  $kx^2/2$  – não envolve massas, apenas a constante elástica que é propriedade da mola.

### Terceira situação:

1. Quando levantamos um corpo, ou seja, aumentamos sua altura em relação à superfície terrestre, é comum dizermos que o “corpo está adquirindo” Energia

potencial gravitacional. Considere que o corpo é levantado até uma determinada altura com velocidade constante, ou seja, a força (**F**) aplicada ao corpo para cima tem a mesma intensidade da força peso (**P**).



**Figura 29:** Representação de um corpo que tem sua altura aumentada em relação à superfície da Terra. O desenho é apenas ilustrativo e suas dimensões e formas não correspondem à realidade.

- Para este processo, qual o valor do trabalho da força resultante sobre o corpo?
- Se o trabalho resultante sobre o corpo é nulo, como pode o “corpo estar adquirindo” Energia potencial gravitacional?

Para a situação em que o corpo sobe em relação à superfície da Terra, é comum dizermos que ele “está ganhando” Energia potencial gravitacional, por sua altura estar aumentando. Se o trabalho realizado por uma força é associado com a variação da Energia do sistema, como pode o “corpo estar adquirindo” Energia potencial se o trabalho resultante sobre ele é nulo? Alguma coisa parece estar “estranha”.

Nesta situação, muitos alunos podem pensar que as forças **F** e **P** não seriam responsáveis pela Energia potencial gravitacional que aparece associada ao sistema, pois devido ao fato de terem a mesma intensidade e sentidos contrários, seus efeitos se compensariam. Esta associação remete ao fato de os trabalhos das forças **F** e **P** não serem associados às transformações de Energia e à Energia potencial que aparece no sistema.

Aqui é importante salientar que a interação como um todo deve ser associada à possibilidade de transformação da Energia, em que cada força de uma interação teria um efeito diferente à transformação da Energia.

Para oportunizar a compreensão da relação que existe entre interação, trabalho e transformação da Energia, pode ser proposto o estudo da situação em que um corpo sobe sujeito exclusivamente à interação gravitacional. Nesta situação, qual é o efeito da força peso **P** que atua no corpo, em termos de transformação da Energia?

Posteriormente a esta discussão, retorna-se à situação anterior. Como o efeito da força peso é anulado pela força **F**, a Energia potencial gravitacional que aparece no sistema se deve a quais forças de interações?

Assim, é possível discutir que a força **F** estaria fazendo com que o sistema ganhasse Energia cinética, enquanto a força **P** estaria transformando em Energia potencial. É ainda importante salientar que a quantidade de Energia cinética que o sistema estaria ganhando em virtude da interação **F/-F** estava sendo simultaneamente transformada em Energia potencial, devido à interação gravitacional. Neste momento, talvez fique mais evidente o significado de se dizer que o trabalho da força peso é igual ao da força **F**. Ou seja, as quantidades são iguais, mas as transformações de Energia envolvidas em cada interação são diferentes. Desta maneira, os efeitos não se anulam, sendo a Energia potencial que aparece devido à interação gravitacional (HENRIQUE, 1996).

Deve-se abordar trabalho de uma força como a grandeza responsável pela transformação da Energia de uma forma para outra. Para isso, outras situações podem ser exploradas, como:

- Um corpo que cai de certa altura sujeito exclusivamente à força peso – a força peso devido à interação gravitacional corpo/Terra transforma a Energia potencial gravitacional em energia cinética.



- Uma flecha lançada – a força elástica exercida pelo sistema arco/flecha transforma a energia potencial elástica em energia cinética.

Pode-se trabalhar diferentes situações em que a Energia muda de forma, procurando a força responsável por esta transformação. São exemplos que evidenciam que a força é a grandeza responsável pelas mudanças na forma da Energia e o trabalho é a medida da transformação da Energia que ocorre. Assim, a definição de Energia como capacidade de realizar trabalho, mesmo que restrita a Mecânica, não fica tão “deslocada”.

#### Quarta situação:

Outro aspecto pouco explorado é o fato das Energias cinética e potencial dependerem de sistemas de referência, que quando enfatizados podem desafiar o pensamento material, típico do senso comum.

[...] em relação à energia, sabemos que um corpo pode ter ou não energia cinética dependendo do referencial, e o mesmo vale para a energia potencial de um sistema. É, assim, um aspecto do pensamento científico que desafia – pela própria natureza oposta – a concepção de energia como “algo” material que está armazenado nos corpos, ou como qualidade intrínseca a eles, podendo contribuir, portanto, para o processo de distanciamento da concepção material do senso comum. (HENRIQUE, 1996, p. 78, grifo da autora).

A relatividade de alguns conceitos físicos não deve, portanto, ficar restrita à introdução ao estudo da cinemática, como a atual fragmentação de muitos livros didáticos sugere.

Algumas medidas bastante simples podem favorecer a interpretação de fenômenos a partir do ponto de vista de sistemas de referência e interações físicas. Por exemplo, para o caso de um corpo que cai em direção à Terra, é comum analisar o fenômeno dizendo que a bolinha ganha velocidade. Como a altura do corpo vem diminuindo, tem-se que a sua energia potencial gravitacional está se transformando em energia cinética. A proposição é evidenciar que a velocidade está sendo pensada em relação à Terra e que a transformação de energia que ocorre é devida à interação gravitacional. O peso do corpo é a única força considerada,

sendo raramente concebido como tal: a idéia de propriedade intrínseca do senso comum é mais freqüente (HENRIQUE, 1996).

Um desafio que pode ser proposto é analisar o fenômeno com referencial no corpo em queda, o que representa uma perspectiva completamente diferente para o aluno.

Enfim, os descritores desta seção partem do reconhecimento das formas de Energia, sua quantificação e compreensão da relação entre as grandezas envolvidas em direção às noções de transformação e conservação. Procuramos empreender um esforço de hierarquia, em que não nos satisfizemos com a simples descrição dos fenômenos. Desta forma, ressaltamos a idéia de interações físicas para se pensar nas transformações de Energia e na sua conservação.

A pretensão com estas sugestões é provocar reflexões na maneira como o conceito de Energia é comumente abordado. Pois a análise dos fenômenos sob a perspectiva de sistemas de corpos, interações físicas e sistemas de referência desafiam o pensamento do senso comum e podem favorecer para que a concepção materialista da grandeza Energia caminhe em direção a uma maior abstração.

## Sugestões de Leituras:

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.

APEC. Ação e Pesquisa em Educação em Ciências. **Construindo Consciências: Ciências**, 6ª série, 2. ed. São Paulo: Scipione, 2006.

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

AUTH, M. A. **Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora**. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (SC). 2002.

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**. Volume 21, número 3, p. 296-312, dezembro, 2004.

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. p. 1-12. 2004.

\_\_\_\_\_. 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. p. 1-14. 2006.

\_\_\_\_\_. O Entendimento dos Estudantes sobre Energia no Início do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2: p. 182-217, ago. 2006a.

BERMAN, C. **Energia no Brasil: para quê? para quem? Crise e Alternativas para um país sustentável**. Livraria da Física: FASE. São Paulo. 2002.

BORGES, A. T.; BARBOSA, J. P. V. Aspectos estruturais dos modelos iniciais de energia. **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru. Bauru: ABRAPEC. 2006.

BUCUSSI, A. **A. Introdução ao conceito de energia**. Porto Alegre : UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 32p. : il. Textos de apoio ao professor de física / Marco Antonio Moreira, Eliane Angela Veit, v. 17, n. 3. 2007.

BUNGE, M. Energy: between physics and metaphysics. **Science and Education** v. 9 p. 457. 2000.

CORDERO, S. et. al. Sabemos que gracias a Ella ocurre casi todo em El Universo: Ideas de alumnos y propuestas de enseñanza sobre La Energía. **In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2003, Baurú. Atas do IV ENPEC. Baurú : Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003.

DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J.A.P. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J.A.P. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

DOMÉNECH, J.; GIL-PÉREZ, D.; GRAS, A.; GUIASOLA, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; SALINAS, J.; TRUMPER, J.; VALDÉS, P. La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** v. 20 p. 285. 2003

DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E.F., SCOTT, P. (1999). Construindo o conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova**, n.9. 1999.

FERREIRA, J. L. & SANTANA, A. E. Meio Século de Neutrinos: Uma Dentre as Novas Janelas Para o Universo (Resenha). **Física na Escola**, v. 7, n. 1, 2006

FEYNMAN, R. P. **Física em Seis Lições**. Tradução Ivo Korytowski, 5ª edição, Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.

FIGUEIREDO, A.; PIETROCOLA, M. **Faces da Energia – Física um outro lado**. São Paulo: FTD, 1998.

GRAÇA, G.M.G; SILVA, N.G.; VANIN, V.R. *Quem usa energia e pra quê a usa*. **Revista Brasileira em Ensino de Física**. São Paulo. Volume 3. Edição 2. 1981.

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.

KAWASAKI, C.S. & BIZZO, N.M.V. Fotossíntese: Um tema para o ensino de ciências? **Química Nova na Escola**, n.12, novembro, 2000.

MICHINEL MACHADO, J.L. & D’ALESSANDRO MARTÍNEZ, A. El Concepto de Energía em los Libros de Textos: De lãs Concepciones Previas a La Propuesta de um Nuevo Sublenguaje. **Enseñanza de las Ciencias**, 12 (3), p .369-380, 1994.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e o ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, 1:20-39. 1996.

\_\_\_\_\_. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Editora UFMG: Belo Horizonte. 2000.

OLIVEIRA, R O.; SANTOS, J. M. A Energia e a Química. **Química Nova na escola**. n. 8. nov. 1998.

PÉREZ-LANDEZÁBAL, M. C., FAVIERES, A., MANRIQUE, M. J. ; VARELA, P. La energía como núcleo en el diseño curricular de la física. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n.1, p. 55-65, 1995.

SEVILLA SEGURA, 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.

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.

TUNDISI, H.S.F. **Usos de energia – Sistemas, fontes e alternativas**. 3. Ed. São Paulo: Atual, 1991.

### **Links para consulta – assuntos relacionados:**

GOMES, L.C. Fontes Alternativas de Energia. Quais são as fontes alternativas de energia, os prós e contras de sua utilização e seu uso no mundo? Adaptado por Djana Contier e Maurício Pietrocola. Seção: Consulte um Físico. Labvirt - Escola do Futuro. Disponível em: <http://www.labvirt.fe.usp.br/ConsulteFisico/R046.htm>

PIETROCOLA, M. Entropia. Como posso verificar e/ou analisar a entropia no cotidiano? Seção Consulte um Físico. Labvirt - Escola do Futuro. Disponível em: <http://www.labvirt.fe.usp.br/consultefisico/R064.html>

Série de reportagens, artigo e entrevistas – seção Energia: Ensino e Alternativas - publicados na Revista Eletrônica de Jornalismo Científico – ComCiência. Número 61, Dezembro de 2004. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/2004/12/creditos.shtml>

Energia Limpa: conversando com Dra. Helena Chum. Revista Eletrônica de Ciências, n. 30, 2005. Disponível em: [http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_30/entrevista.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_30/entrevista.html)

Jornal Folha de São Paulo. *Há saídas para a crise brasileira*. São Paulo, domingo 18 de julho de 1982. Disponível em: <http://www.aloysiobiondi.com.br/spip.php?article1160>

Infopédia Enciclopédias e Dicionários. *Crise Mundial dos Anos 70*. Porto Editora, 2003-2008. Disponível em: [http://www.infopedia.pt/\\$crise-mundial-dos-anos-70](http://www.infopedia.pt/$crise-mundial-dos-anos-70)

Le Monde Diplomatique. *Bem-vindos ao fim da Era Petróleo*. Maio 2006. Instituto Paulo Freire. Disponível em: <http://diplo.uol.com.br/2006-05,a1307>

Le Monde Diplomatique. *Cronologia da OPEP*. Maio 2006. Instituto Paulo Freire. Disponível em: <http://diplo.uol.com.br/2006-05,a1304>

Apagão na cidade de Florianópolis ocorrido em 2003. Disponíveis em:  
<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u84911.shtml>  
<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u84945.shtml>  
<http://www1.an.com.br/2003/out/31/0ger.htm>

Crise de Energia no Brasil. Disponível em:  
<http://www.dieese.org.br/esp/energia/dieese/ACriseEnergia.rtf>

Portal Fontes Alternativas de Energia. Disponível em:  
<http://www.fontesenergia.com.br>

Entendendo sua Fatura de energia Elétrica. Disponível em:  
[http://www.celesc.com.br/nova\\_conta/index.htm](http://www.celesc.com.br/nova_conta/index.htm)

Uso seguro da Energia elétrica. Disponível em:  
[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/cartilha\\_uso\\_seguro.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/cartilha_uso_seguro.pdf)

Energia do dia-a-dia. Disponível em:  
[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/hotsite/home\\_c.htm](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/hotsite/home_c.htm)

Dicas de uso racional da energia elétrica  
[http://www.rge-rs.com.br/informese/uso\\_racional\\_energia.asp#](http://www.rge-rs.com.br/informese/uso_racional_energia.asp#)

### **Vídeos – assuntos relacionados:**

Reportagem sobre o apagão no Brasil e Crise de Energia. Disponíveis em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=NvSI8iN2vcM>  
<http://www.youtube.com/watch?v=YxwbGknrf8o&feature=related>

Reportagem sobre uma cooperativa que utiliza óleo vegetal para movimentar automóveis. Disponível em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=zXcWI5TMSiM&feature=related>

Fontes Alternativas de energia. Disponível em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=B2md7greuYc&feature=related>

De onde vem a Energia elétrica? TVCultura. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. TV Escola – Ciências Disponível em  
[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetailObraForm.do?select\\_action=&coobra=19776](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetailObraForm.do?select_action=&coobra=19776)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas acadêmicas que objetivam analisar livros didáticos, sob diferentes aspectos, não são novidades – ao menos aos olhos dos pesquisadores em Ensino de Ciências. Podemos dizer o mesmo das pesquisas em concepções alternativas, que já foram a “vedete” na comunidade de pesquisadores. Neste trabalho, porém, procuramos correlacionar estas duas linhas de pesquisas, tendo como foco uma característica marcante – o Ensino Fundamental, sobretudo o seu último ano, onde comumente se dá a pré-alfabetização em Física e Química.

O livro didático, mesmo com os avanços de recursos tecnológicos e da grande disponibilidade e variedade de materiais alternativos, continua sendo um dos materiais educativos mais utilizados em sala de aula, sendo muitas vezes a única fonte de informação dos alunos e a principal ferramenta de auxílio ao professor na sua prática docente. Neste cenário, adquire *status* de excelência e acaba por enquadrar o trabalho da grande maioria dos professores. Dessa forma, deficiências e limitações presentes no livro didático, quando não detectadas e previamente corrigidas, podem potencializar a ineficácia do processo de ensino-aprendizagem.

Não podemos negar que os livros didáticos analisados passaram por melhorias ao longo dos últimos anos, e isso vale também para a forma de abordagem do conceito de Energia. No entanto, tal como aponta Amaral & Megid Neto (1997), estas melhorias referem-se principalmente aos aspectos gráfico e visual, correção conceitual e supressão de informações ou ilustrações que propiciem riscos à integridade física dos estudantes. Como os autores, supomos que estas melhorias devem-se em boa parte ao advento de políticas públicas importantes, como a avaliação dos livros didáticos e os PCNs.

A avaliação dos livros didáticos pelo PNLD é o fator que mais pressiona mudanças nos livros didáticos, por meio de critérios eliminatórios e de classificação. No entanto, estas melhorias ocorrem principalmente, quando não apenas, nos itens considerados eliminatórios – o que excluiria o livro da lista de recomendados. Quanto aos critérios classificatórios, autores/editoras pouco ou nada fazem!

Olhando especificamente para o objeto de nossa análise e tendo como “pano de fundo” os critérios de avaliação do MEC, algumas incongruências ficaram claras, mesmo o livro sendo aprovado em todas as avaliações.

Por exemplo, o risco à integridade física dos alunos é um dos critérios considerados eliminatórios, portanto, um livro didático que propicie este fator seria, teoricamente, excluído entre os recomendados. Mas ao observar a resenha elaborada pela equipe de avaliadores referente à coleção de BARROS & PAULINO, verifica-se que este item não é atendido em sua plenitude. Por exemplo, no Guia de Livros Didáticos – PNLD de 1999, os avaliadores afirmam:

[...] não deixa de ser **preocupante** a abordagem de primeiros socorros presente no Manual do Professor. Em caso de queimadura com ácido, o livro avisa: Nunca use água, porque ela apenas dilui o ácido. No entanto, é exatamente a lavagem exaustiva com água corrente, por pelo pelos 15 minutos, o procedimento atualmente recomendado [...]. (BRASIL, 1998, p. 387, grifo nosso).

Esta não é a única indicação equivocada de primeiros socorros presente nos livros. No entanto, não resultaram em exclusão da coleção.

Abordagens e informações conceituais corretas, ausência de confusão terminológica e ilustrações que transmitam idéias corretas sobre dimensões e cores, com indicação de escalas e discriminação de cores fantasias, também fazem parte dos critérios elencados como eliminatórios. Porém, ao analisarmos os livros didáticos, em especial aqueles com edições posteriores à avaliação do MEC, verificamos que os critérios apontados acima não são atendidos em sua totalidade.

Quanto a imprecisões conceituais e confusão terminológica podemos lembrar: a utilização de corrente elétrica como sinônimo de tensão elétrica; a eletrificação de um corpo associada à transferência de prótons; o uso da denominação “tipos” e não “formas” de Energia, que sugere que a Energia não é uma só, porém se manifesta de diferentes formas; Energia térmica utilizada de forma vaga e imprecisa; Calor associado exclusivamente a mudança de temperatura de um corpo; analogias que distorcem e ridicularizam os conceitos científicos; o conceito de trabalho ora utilizado com o sentido científico do termo, ora próximo às concepções de senso comum, entre outros exemplos citados no capítulo 3 deste trabalho.

A equipe de avaliadores do MEC, ao escrever a resenha da coleção analisada, também sinaliza para estes aspectos, como: “Do ponto de vista



conceitual, alguns reparos de inadequações de linguagem ou imprecisões devem ser feitos pelo professor para tirar máximo proveito deste livro. (BRASIL, 1998, p. 388); “[...] as indicações de escala nem sempre estão presentes.” (BRASIL, 2001, p. 249); “[...] os títulos de legendas são ausentes ou incompletos, o que prejudica a compreensão.” (ibdem); “A artificialidade de cores adicionais a algumas ilustrações deverá merecer comentários por parte do professor.” (ibdem); “No livro da 8ª série, vários textos merecem reparos, pois podem gerar equívocos.” (ibdem).

No Guia de Livros Didáticos – PNLD de 2005, as mesmas críticas e limitações apontadas nos guias de 1999 e de 2002 em relação aos aspectos anteriores se repetem. Desta forma, as limitações apontadas – e que não atendem aos critérios eliminatórios da avaliação do PNLD – persistem, sobrevivem e são reforçadas nas diferentes edições aprovadas. Livro didático que o MEC endossa e recomenda!

Uma possível “brecha” para a persistência dessas limitações pode ser resultado do “relativismo” com que estes critérios são descritos na ficha de avaliação, como: “Abordagem conceitual correta **predomina** ao longo do livro.” (guia 2002, p. 239, grifo nosso); “Abordagem conceitual e informações factualmente corretas **predominam** ao longo do livro.” (BRASIL, 2004, p. 82); “A indicação de escalas **predomina** nas ilustrações [...]” (ibdem); “Ausência de confusão terminológica **predomina** ao longo do livro.” (ibdem).

A denominação “predomina(m)” presente nos critérios eliminatórios pode fazer com que imprecisões, erros conceituais e problemas de escalas e cores fantasia não excluam o livro didático da lista de obras recomendadas. Pois um livro que apresenta números de acertos maiores do que de equívocos atende o quesito “predomina(m)”.

O que se espera, minimamente, é que as limitações apontadas, ao menos pela equipe de avaliadores, sejam corrigidas. Mesmo que para isso os livros precisem ser reeditados – o que gera custo e investimento por parte das editoras. Se esta fosse uma condição para a recomendação das obras aprovadas, não precisaríamos ver nas diferentes resenhas os mesmos equívocos apontados em avaliações anteriores.

Um sinal de melhora é a supressão do termo “predomina(m)” da ficha de avaliação do Guia de Livros Didáticos – PNLD de 2008. No entanto, é preciso avaliar

se esta mudança acarretará melhoras efetivas nos textos dos livros, ao menos nos aspectos descritos anteriormente.

Se os critérios eliminatórios não são atendidos em sua plenitude, o que esperar dos critérios classificatórios? A resposta parece óbvia: são marginalizados! E isso ocorre até com importantes aspectos do processo de ensino-aprendizagem, como as idéias prévias dos estudantes.

Na introdução do Guia de Livros Didáticos – PNLD de 1999 há menção às idéias dos alunos: “**As experiências e idéias dos estudantes a respeito dos fenômenos conhecidos precisam ser valorizadas** pelo professor, que deve ser estimulado a pesquisá-las, conhecê-las e respeitá-las [...]” (BRASIL, 1998, p. 326, grifo nosso). Mas nesse guia a categoria denominada – **A valorização da experiência de vida do aluno** – compõe o conjunto de critérios classificatórios. Ao explicitarem as características desta categoria, o guia destaca:

**Um texto didático deve incentivar a exposição de idéias dentro do universo cultural [...]. O ponto de partida para o desenvolvimento dos saberes do aluno**, numa perspectiva educacional, deve ser, tanto quanto possível, **o conhecimento que ele já tem dos fenômenos e do mundo**. (BRASIL, 1998, p. 334, grifo nosso).

Em relação ao livro didático de Barros & Paulino (1997), aprovado e recomendado pelo PNLD 1999, podemos afirmar que o livro não atende, minimamente, este quesito da categoria. No livro é ressaltada, por exemplo, a distinção do significado de conceitos como Energia, Trabalho, Calor, entre outros, numa linguagem científica e na do dia-a-dia. No entanto, não há preocupação ou tentativas por parte dos autores em evidenciar as idéias dos alunos, assim como utilizá-las como ponto de partida na construção do conhecimento científico mais elaborado. Fato que vem a corroborar para a pouca preocupação dos autores/editoras quanto aos critérios classificatórios de avaliação.

No Guia de Livros Didáticos – PNLD de 2002 o conhecimento que o aluno detém antes da instrução formal aparece na categoria – **Pertinência e adequação metodológicas** – critério, agora, eliminatório.

As orientações, as propostas de atividades e **mesmo os textos do livro didático** devem estar alinhados com a conquista, pelo aluno, de níveis gradativamente mais amplos e mais complexos de

autonomia do pensar. **Para tanto, devem provocar a manifestação do conhecimento do aluno sobre o objeto da ação educativa e alertar o professor para identificá-lo e compreendê-lo.** Deste ponto de vista, **fazer aflorar o conhecimento do aluno** não seria apenas uma estratégia de motivação, uma forma de simplesmente despertar seu interesse pelo assunto. Para muito além, trata-se de mobilizar o conhecimento do aluno, visando torná-lo disponível para mudanças próprias das ações educativas eficazes. **A introdução do novo deve ser feita nessa perspectiva, estabelecendo relações com o conhecimento que o aluno já possui [...].** O conhecimento científico não pode ser simplesmente apresentado com um dado da realidade a ser aceito, mas **inserido em conjunto mais amplo de saberes, nos quais os do aluno têm espaço reconhecido.** O que se busca, ao fim e ao cabo, é alcançar, por meio de proposições de uso desse conhecimento novo, níveis gradativamente mais amplos de generalização e abstração. (BRASIL, 2001, p. 229, grifo nosso).

No entanto, no mesmo guia as experiências e idéias dos estudantes aparecem também nos critérios classificatórios. Olhando a ficha de avaliação deste guia, encontramos o seguinte ponto de avaliação – “As experiências socioculturais e os saberes do aluno aparecem no livro como ponto de partida para o aprendizado escolar?” (BRASIL, 2001, p. 243) – apenas como um item classificatório.

Mesmo sendo dúbio o critério de avaliação em relação às idéias dos estudantes no PNLD de 2002 – se é critério eliminatório ou classificatório – o fato deste guia explicitar nos critérios eliminatórios que os textos do livro didático devem “provocar a manifestação do conhecimento do aluno” é, possivelmente, o responsável pela inserção dos quadros intitulados **Trabalhe(m) esta(s) idéia(s) e discuta(m) esta(s) idéia(s)** no livro de Barros & Paulino (2002) – recomendado pelo PNLD 2002. Quadros estes mantidos em Barros & Paulino (2006).

Barros & Paulino (2002), no Manual do Professor, alertam que estas propostas estimulam o aluno a expressar as suas noções prévias. Vale destacar que os autores chamam a atenção para que os professores estimulem os estudantes para que reconheçam episódios de mudança conceitual – perspectiva cada dia mais ultrapassada em Ensino de Ciências, uma vez que foi substituída pela de evolução conceitual. Isso aponta, em nosso entendimento, que os autores/editoras procuram atender aos critérios que poderiam excluir o livro entre os recomendados pelo PNLD, mas evidencia o pouco conhecimento por parte dos autores das tendências apontadas pelas pesquisas em Ensino de Ciências.

Apesar dos quadros **Trabalhe(m) esta(s) idéia(s) e discuta(m) esta(s) idéia(s)** favorecerem a manifestação das idéias dos estudantes, alguns devem ser

reorganizados, uma vez que aparecem ao término dos capítulos e conseqüentemente depois do tratamento dado ao conceito estudado.

Referente às concepções alternativas dos estudantes, verificamos uma maior preocupação por partes dos autores, sobretudo nas edições mais recentes. O enfoque dado se refere principalmente ao alerta quanto à distinção entre o significado de conceitos no meio científico e no dia-a-dia. Mas em momentos posteriores a este alerta, a linguagem utilizada pelo autor se aproxima mais das idéias de senso comum do que da cientificamente aceita.

Mesmo procurando incorporar aspectos relativos às concepções alternativas dos estudantes, o discurso didático explicativo do livro remete hegemonicamente à substancialização da Energia. As pesquisas realizadas tendo como foco as idéias dos alunos apontam como um dos principais resultados esta tendência dos alunos substancializarem a noção. Na mesma direção, Banãs *et al.* (2004) lembra que: “Por ser o recurso mais utilizado, o livro didático tem grande influência na aquisição de conceitos cientificamente aceitos, mas também pode reforçar idéias alternativas dos estudantes e contribuir para causar dificuldades de aprendizagem.” (p.299, tradução nossa).

Outro ponto importante refere-se a uma melhora na abordagem de aspectos sobre o estudo do Calor e de sua diferenciação do conceito de temperatura. Associamos isso ao fato dos trabalhos acadêmicos serem mais esclarecedores quanto às estratégias a serem utilizadas na compreensão destes conceitos. Estas propostas são incorporadas com relativa eficácia no livro didático. Porém, o mesmo não acontece com o conceito de Energia. Mesmo com uma literatura vasta quanto às idéias dos estudantes, os trabalhos acadêmicos, de maneira geral, não explicitam claramente estratégias a serem utilizadas para uma melhor compreensão do conceito.

São comuns as críticas que apontam o “abismo” entre a prática escolar e as orientações provenientes das pesquisas em Ensino de Ciências, ou seja, que as indicações das pesquisas acadêmicas pouco resultam em ações efetivas na sala de aula. Para o conceito de Energia, a crítica é válida, mas precisa ser “suavizada” devido à falta de consenso na própria academia.

A noção de Energia é uma elaboração sofisticada dos homens da Ciência e sua abstração resulta em dificuldades para os alunos aprenderem o conceito.

Associado a isso, temos os desacordos dos pesquisadores sobre a forma de abordagem dessa noção, o que constitui num grande desafio para os professores de Ciências. Por exemplo, imaginem um professor que decide buscar nas revistas especializadas da área, de divulgação das pesquisas em Ensino de Ciências, apoio para um tratamento mais adequado ao conceito de Energia. É possível que este fique, no mínimo, confuso com a diversidade e contradições de recomendações, como: definir ou não o conceito; se definir, qual entre a ampla gama de definições utilizar; em que nível de ensino deve ser tratado; abordagem micro ou macroscópica na introdução de Física Térmica; Calor como forma de Energia ou como um processo para transferi-la, entre outros.

Não pretendemos sugerir um maior consenso nas informações provenientes das pesquisas acadêmicas, mas há de se evidenciar que a pluralidade de recomendações, muitas vezes divergentes, é mais um, entre tantos outros desafios, a ser superado pelo professor. Para optarem por uma recomendação, em prol de outra, os professores de Ciências devem ter claro os objetivos que orientarão suas atividades. Com isso, podem selecionar pesquisas que lhe proporcionem tal prática. Uma tarefa que exige tempo!

Tratar das dificuldades inerentes ao conceito de Energia no Ensino de Ciências pode ser uma dificuldade ainda maior para os professores que atualmente lecionam na etapa final do Ensino Fundamental – geralmente provenientes da área de Biologia. O Guia de Livros Didáticos – PNLD de 1999 afirma em relação à complexidade dos conteúdos e da diversidade de especialidades ao final do Ensino Fundamental, que:

Não se pode esperar que o professor que milita nesse segmento da Educação Básica possa ter uma formação abrangente ao ponto de ter desenvolvido crítica independente em todas essas áreas do conhecimento, o que evidencia a necessidade de avaliação criteriosa. (BRASIL, 1998, p. 326).

Porém, numa organização de conteúdos como comumente se dá nas instituições do país e nos livros didáticos de Ciências, em que o último ano do Ensino Fundamental é destinado ao estudo dos conceitos Físicos e Químicos, é de se repensar quais profissionais são os mais indicados para lecionar esta disciplina. Talvez, uma formação inadequada e incompleta do professor para esta série possa

contribuir para o impedimento de mudanças efetivas na sala de aula, provocar uma pré-alfabetização em Física e Química equivocada e distorcida e, ainda, fortalecer concepções de senso comum dos estudantes, distintas do conhecimento científico.

Para o livro didático investigado, o papel do professor é ainda mais importante, pois estes precisam intervir na correção de informações de ordem conceitual. Na mesma direção, os avaliadores do MEC apontam: “Também há um número significativo de imprecisões conceituais. **O professor deverá estar consciente desses problemas** e pronto a corrigir e complementar as deficiências, a fim de garantir a efetiva aprendizagem dos alunos.” (BRASIL, 2004, p. 17, grifo nosso). A importância do professor no sentido de inferir e corrigir informações, introduzindo reparos em algumas definições conceituais, também aparece nos demais guias.

Frente a isso, perguntamos: Devemos esperar que os professores de Ciências tenham condições de corrigir informações e conceitos relativos a Física e Química, embora tenham uma formação inicial que não os capacita para este fim?

E os livros pesquisados apresentam ainda outras deficiências. Uma delas é o habitual enfoque fragmentado, o que distancia ainda mais conceitos comuns a Física, Química e Biologia. Como já salientado por Angotti (1991), “os recortes estão muito caracterizados, a ponto de impedir a simples reunião, nas estruturas mentais dos alunos, dos assuntos estudados em separado.” (p.25). O caráter unificador do conceito de Energia, apontado por este autor, não é aplicado no livro, o que não propicia a inter-relação dos conteúdos e reforça a fragmentação do pensamento dos estudantes. Quando existem, os textos que procuram relacionar o conceito de Energia às diferentes áreas das Ciências aparecem como sendo complementares e independentes do texto principal do livro.

Em concordância com Aguiar Jr. (2004), verificamos:

“[...] reformas locais de conteúdo, especialmente por meio da **introdução de caixas de texto** com ‘contextualizações’ e ‘informações complementares’ [...]. Entretanto, não se verifica qualquer modificação na visão de ciências, de ensino e de aprendizagem que fundamenta tais projetos. (AGUIAR JR., 2004, p. 5, grifo nosso).

Como este autor, julgamos serem “reformas de fachada” que sugerem produzir um texto “atualizado e instigante”. Mudanças que parecem ter apelo eficaz para a maioria dos professores.

Para se ter idéia da **hegemonia dos textos tradicionais**, de um total de 9.204.413 livros de Ciências solicitados ao PNLD em 1999, a **coleção Ciências de Carlos Barros e Wilson Paulino**, editada pela Ática, teve 6.575.136 pedidos (**71% do total**)<sup>56</sup>. (AGUIAR JR., 2004, p. 5-6, grifo nosso).

Assim, os autores não correm risco! A estrutura, a organização e a forma de abordagem dos conceitos no texto principal do livro não sofrem mudanças substanciais e, uma vez que a coleção é aprovada pelo MEC, se perpetuam!

Para a abordagem do conceito de Energia nos livros investigados, a mediação docente não se restringe à correção de informações. A pesquisa realizada inferiu que o discurso didático explicativo hegemônico dos livros investigados remete à substancialização da Energia. Idéia esta próxima da imagem popular de Energia, que também encontra sua base nas noções de substância – facilmente assimilável e compreendida num nível concreto da experiência.

Dessa forma, os livros didáticos investigados não contemplam os indicativos apontados nas pesquisas em ensino de Ciências sobre as concepções alternativas dos estudantes referentes ao conceito de Energia, pois reforçam sua substancialização e não favorecem sua abstração. Neste sentido, “mais se assemelham a um senso comum maquiado do que a um conhecimento que se estrutura e se enriquece dinamicamente.” (ANGOTTI, 1991, p. 102). Nessa conjuntura é preciso avançar na última série do Ensino Fundamental!

Neste cenário, é preciso trabalhar a abstração do conceito de Energia – que é também tarefa do ensino de Ciências, oportunizando ao aluno uma evolução conceitual para esta noção, a fim de não limitá-lo nem aprisioná-lo a uma concepção por ele já enraizada – ainda mais quando esta diverge do conceito que se tem no meio científico. Não propomos com isso o abandono ou a substituição da idéia de substancialização, mas possibilitar que o aluno caminhe em direção ao conhecimento elaborado, sistematizado.

---

<sup>56</sup> Banco de dados do PNLD, consultado por: BRAGA, Selma A. M. (2003). O texto de biologia do livro didático de ciências. Belo Horizonte, Faculdade de Educação da UFMG (Tese de Doutorado).

Frente a esta limitação dos livros analisados, é importante que o professor tenha consciência da ampla diversidade de materiais didáticos alternativos, não se tornando “refém” do livro didático. É com este objetivo que apresentamos descritores que podem ser utilizados em sala de aula e que visam oportunizar a evolução conceitual dos estudantes para a noção de Energia. Contudo, o conjunto de descritores propostos estão amplamente abertos a pesquisa e devem ser devidamente complementados e testados em sala de aula.

Duas das limitações de nosso trabalho, sobretudo na proposição dos descritores, referem-se ao fato de não termos contemplado, em sua essência, o caráter unificador do conceito de Energia – limitando-o a um universo principalmente físico – e à negligência de aspectos relativos à História da Ciência.

A observância do caráter unificador do conceito de Energia e a sua consideração em textos didáticos e/ou conjunto de descritores exige esforços de uma equipe formada por profissionais ligados às diferentes áreas do conhecimento. O trabalho de uma equipe com formação diversificada em prol do trabalho “solitário” pode diminuir o desconforto em escrever e propor atividades que valorize diferentes especialidades.

Quanto à negligência do valor didático da História da Ciência em nosso trabalho, esta se deve ao pouco aprofundamento teórico nesta área. Corroboramos com Peduzzi (2005) ao afirmar que: “Toda a opção didática à História da Ciência tem um embricamento inevitável com a Filosofia da Ciência. Não existem escolhas neutras.” (p. 155). Este autor retoma Lakatos (1989) ao dizer que: “[...] a História da Ciência sem a Filosofia da Ciência é cega. A opção pelo uso da História da Ciência, no ensino, sem uma devida fundamentação teórica é acéfala e vulnerável à crítica.” (LAKATOS, 1989 *apud* PEDUZZI, 2005, p. 155).

Desta forma, é necessário o devido aprofundamento teórico para que não se produza ou utilize uma história caricaturada do processo histórico, uma história simplificada que não leve em conta a faixa etária dos alunos e o currículo a ser desenvolvido (MATTHEWS, 1995 *apud* PEDUZZI, 2005).

Com a devida fundamentação, podem-se privilegiar: os processos e não exclusivamente os produtos da Ciência, o que contribui para que os estudantes percebam a Ciência como construção humana e não como sobre-humana, pronta, imutável e inquestionável; abordagens que possibilitem aos estudantes



compreenderem a origem e desenvolvimento do conhecimento científico, explorando conflitos que contribuíram para levar a área do conhecimento científico ao patamar das grandes elaborações humanas; a associação entre o desenvolvimento científico e tecnológico a interesses políticos, econômicos, sociais e ideológicos; o potencial unificador do conceito de Energia, relacionando conhecimentos até então dissociados; a identificação de obstáculos que a Ciência precisou superar na busca do conhecimento elaborado, entre outros.

Nossa pesquisa também não teve como objetivo compreender quais sentidos os professores atribuem ao livro didático investigado, nem a mediação que é feita a partir deste material. Neste contexto, são importantes novas pesquisas que tratem das relações entre o livro didático e a prática pedagógica do professor, ampliando o horizonte, também, para outros livros didáticos – com destaques para os livros didáticos inovadores que tem como autores pesquisadores em Ensino de Ciências.

Entendemos que as limitações identificadas no livro didático são decorrentes de uma série de fatores, desde a dificuldade em fazer com que as pesquisas acadêmicas cheguem aos professores e/ou autores até as deficiências que estes possam apresentar e que conseqüentemente serão repassadas aos alunos. Desta forma, medidas isoladas pouco contribuem para mudanças efetivas, sendo, portanto, imprescindível um esforço conjunto de todos os envolvidos na Educação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR JR, G.O. Professores, reformas curriculares e livros didáticos de Ciências: parâmetros para produção e avaliação do livro didático. **Atas do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. 2004.

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.

AMARAL, E. M. & MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Porto Alegre: v.1, n.3, p.5 - 18, 2001.

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.

ANGOTTI, J. A. P. Conceitos Unificadores e Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 15, n (1 a 4), p. 191-198, 1993.

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

AUTH, M. A. **Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora**. 220p. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (SC). 2002.

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, p. 197-232. 2005.

AXT, R. & BRÜCKMANN, M. E. O conceito de calor nos livros de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.6, n.2, p. 128-142. Florianópolis: UFSC. 1989.

BARBOSA, J. P.V. **Evolução dos Modelos Mentais de Energia**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais (Dissertação de Mestrado), 2003.

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. p. 1-12. 2004.

\_\_\_\_\_. 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: ABRAPEC. p. 1-14. 2006.

BACHELARD, G. **A Filosofia do Não. Filosofia no Novo Espírito Científico**. In: Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1979.

\_\_\_\_\_. **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**, v. 21, n. 3, p. 296-312, dezembro, 2004.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70 LDA, 1977.

BARROS, C. **Química e Física: 1ª grau**. 16ª edição. São Paulo: Ática, 1985.

BARROS, C. **Química e Física: 1ª grau**. 20ª edição. São Paulo: Ática, 1987.

BARROS, C. **Física e Química**. 34ª edição. São Paulo: Ática, 1993.

BARROS, C. & PAULINO, W. **Física e Química**. 43ª edição. São Paulo: Ática, 1997.

BARROS, C. & PAULINO, W. **Física e Química**. 2ª edição – 1ª impressão. São Paulo: Ática, 2002.

BARROS, C. & PAULINO, W. **Física e Química**. 59ª edição – 1ª impressão. São Paulo: Ática, 2006.

BIZZO, N. Graves erros conceituais em livros didáticos de ciências. **Ciência Hoje**, v. 121, n. 21, p. 26-35, jun. 1996.

\_\_\_\_\_. Falhas no ensino de ciências. **Ciência Hoje**, v. 27, n. 159, p. 26-31, abr. 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.

BORGES, A. T.; BARBOSA, J. P. V. Aspectos estruturais dos modelos iniciais de energia. **Atas do V Encontro de Pesquisa de Educação em Ciências**. Bauru, SP. 2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Disponível em: <[www.portal.mec.gov.br/seb](http://www.portal.mec.gov.br/seb)>. Acesso em: 13 mar. 2007.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos: 5. a 8. séries : PNLD 1999**. Brasília: MEC, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos: 5. a 8. séries : PNLD 2002**. Brasília: MEC, 2001.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos: 5. a 8. séries : PNLD 2005**. Brasília: MEC, 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos PNLD 2008 : Ciências / Ministério da Educação**. Brasília: MEC, 2007.

BUCUSSI, A. **A. Introdução ao conceito de energia**. Porto Alegre : UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 32p. : il. Textos de apoio ao professor de física / Marco Antonio Moreira, Eliane Angela Veit, v. 17, n. 3. 2007.

CARVALHO, A. M. P. de ...[et al.]. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CINDRA, J.L. & TEIXEIRA O.P.B. Uma discussão conceitual para o equilíbrio térmico. **Caderno Brasileiro de Física**, v.21, n.2, p.176-193, ago.2004.

CLEMENT, J. J. **Mapping a student's causal conceptions from a physics problem-solving protocol.** Massachusetts : University of Massachusetts, 1978.

DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J.A.P. **Metodologia do Ensino de Ciências.** São Paulo: Cortez, 1990.

\_\_\_\_\_. **Física.** São Paulo: Cortez, 1992.

DRIVER, R. et al. **Making sense of secondary science – Research into children's ideas.** New York: Routledge, 1994.

DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E.F., SCOTT, P. (1999). Construindo o conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova**, n.9. 1999.

DUIT, R. Students' notions about energy concept – before and after physics instruction. In: JUNG, W.; PFUNDT, H., RHONECK, C. von (eds.). **International workshop in problems concerning students' representation of physics and chemistry knowledge (Atas)**, 14-16 setembro de 1981, Pedagogische Hochschule, Ludwigsburg, pág. 268-319. 1981.

\_\_\_\_\_. Understanding energy as a conserved quantity. Remarks in the article by R.V. Sexl, **European Journal of Science Education**, 3(3), pp.291-301. 1981a.

\_\_\_\_\_. Learning the energy concept in school – empirical results from the Philippines and West Germany. **Physics Education**, 19, p. 59-66. 1984.

\_\_\_\_\_. Should energy be illustrated as something quasi-material? **International Journal of Science Education**, v.9, n. 2, p.139-145, 1987.

DUIT, R., HAEUSSLER, P. **Learning and teaching energy.** In FENSHAM, Peter al (eds): The content of science (A constructivist approach to its teaching and learning). London: The Palmer Press, 1995.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil.** (Tese de doutorado). Campinas : Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1993.

FOUREZ, G. Crises no ensino de ciências? In: **Investigações em ensino de ciências**, vol.8, n.2, 2003. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>.

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.

GRECA, I. M. & MOREIRA, M. A. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 7, n.1, 2002.

HENRIQUE, K. F. **O pensamento físico e o pensamento do senso comum: a energia no 2º grau**. São Paulo, Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

HIGA, T. T. **Conservação de Energia: estudo histórico e levantamento conceitual dos alunos**. São Paulo, Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade em Física) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1988.

IOANNIDIS, G. S.; SPILIOPOULOU, V.; Childrens Drawings and Stories about Energy. **Second International Conference of the European Science Education Research Association (ESERA) (Atas)**, vol. 1, p. 95-97, 1999.

KAWASAKI, C. S. & BIZZO, N. M. V. Fotossíntese. Um Tema para o Ensino de Ciências? **Química Nova na Escola**, n. 12, p. 24-29, novembro, 2000.

KUHN, T.S. **A Conservação da Energia como Exemplo da Descoberta Simultânea** (Artigo original publicado em 1959). In: KUHN, T.S. (ed), *A Tensão Essencial* (R. Pacheco, trad.), p. 101-141. Lisboa, Edições 70, 1989.

LOPES, A.C. Livros Didáticos: Obstáculos ao aprendizado da Ciência Química. **Química Nova**, 15(3), 1992.

MATTHEWS, M. R. Vino viejo en botellas nuevas: Un problema con la epistemología construtivista. **Enseñanza de las Ciencias**, 12(1), 79-88. 1994.

MATTOS, C. & DRUMOND, A. V. N. Sensação Térmica: Uma Abordagem Interdisciplinar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 7-34, abril, 2004.

MAURINA, K. & PINHEIRO, T. Perspectivas sobre as expectativas dos alunos do ensino fundamental a respeito dos conteúdos/conhecimentos de Física do ensino médio. **Atas do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. 2006.

MEGID NETO, J. & FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: Problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003

MICHINEL MACHADO, J.L. & D'ALESSANDRO MARTÍNEZ, A. El Concepto de Energía em los Libros de Textos: De lãs Concepciones Previas a La Propuesta de um Nuevo Sublenguaje. **Enseñanza de las Ciencias**, 12 (3), p .369-380, 1994.

MOREIRA, M.A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Instituto de Física – UFRGS, Adaptado e atualizado de um trabalho com o mesmo título publicado em O ENSINO, **Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística**, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, em 1997.

MOREIRA, M.A.; GRECA, I.M. Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoria del aprendizaje significativo. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MOREIRA, M.A.; ROSA, P. Mapas Conceituais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, 3(1): 17-25, abr. 1986.

MORTIMER, E. F. **A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário**. Em Aberto. Ano 7. Número 40. Brasília: INEP (p. 25-41), 1988.

\_\_\_\_\_. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. **Química Nova**, v.15, n.3, p.242-249, 1992.

\_\_\_\_\_. Conceptual evolution as epistemological profile's change. **Trabajo presentado en el III Seminario Internacional sobre Concepciones Alternativas y Estrategias Educativas en Ciencias y Matemática**, Cornell University, 1 al 4 de agosto, 1993.

\_\_\_\_\_. **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.

\_\_\_\_\_. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Editora UFMG: Belo Horizonte. 2000.

MORTIMER, E. F. e AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**, 7, p.34. 1998.

NARDI, R. & TEODORO, S.R. Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. **Ensaio**, v.6, n.2, 2004.

OLIVEIRA, E. de, *et al.* **Análise de conteúdo e pesquisa na área de educação**. 2003. <http://www.pucsp.br/pos/ped/rsee/ac2003.pdf>

OLIVEIRA, R O.; SANTOS, J. M. A Energia e a Química. **Química Nova na escola**. n. 8. nov. 1998.

PEDUZZI, L.O.Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, Mauricio (Org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, p. 151-170. 2005.

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.

PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento. Equilíbrio das estruturas cognitivas**. Lisboa: Dom Quixote, 1977.

PIAGET, J. & GARCIA, R. **Psicogenese e Historia das Ciências**. Lisboa: Dom Quixote, 1987.

PIMENTEL, J. R. Livros didáticos de ciências: a física e alguns problemas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.15, n.3. Florianópolis: UFSC (p. 308-318), 1998.



POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. & GERTZOG, W.A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, 66(2): 211-227. 1982.

PRETTO, N. L. **A ciência nos livros didáticos**. Campinas-SP: Ed. Da UNICAMP; Salvador: CED/UFBA, 95 p. 1985.

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 SEGURA. C. Reflexiones en torno al concepto de energia. Implicaciones curriculares. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 247-252, 1986.

SILVA, D. **Estudo das trajetórias cognitivas de alunos no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação-USP. 1995.

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. How children about energy or does the first law come first. **The School Science Review**, p. 415-422, 1982.

\_\_\_\_\_. 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.

\_\_\_\_\_. 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.

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.

TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a Inserção de Física Moderna na Escola Média**. Tese de Doutorado. São Paulo, 1994.

TRUMPER, R.. Being constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept – part one. **International Journal of Science Education**, v.12, n.4, p. 343-354, 1990.

\_\_\_\_\_. Being constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept – part two. **International Journal of Science Education**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 1991.

\_\_\_\_\_. Children's energy concepts: a cross-age study. **International Journal of Science Education**, v. 15, n. 2, p. 139-148, 1993.

\_\_\_\_\_. The need for change in elementary school teacher training: the case of the energy concept is an example. **Educational Research**, v.39, n.2, p.157-174, 1997.

VIEIRA, K.R.C.F.; PINHO ALVES, J. A “Avaliação em Processo” acompanhando a abordagem do tema energia em uma turma de 4ª série do ensino fundamental. In: ABRAPEC. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências**. Bauru: ABRAPEC, nov. 2003.

VYGOTSKY, L.S. **Mind in Society: The development of higher psychological process** (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Soubberman, Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

WATTS, D. M. Some alternative views of energy. **Physics Education**, v. 18, p. 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.

## ANEXOS

### Anexo I

#### GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS “5ª A 8ª SÉRIES” - PNLD 1999

Editora	Série	Título	Autor(es)
Ática	5ª	Meio Ambiente	Carlos Barros Wilson Roberto Paulino
Saraiva	5ª	Ciências – Entendendo a Natureza – O Mundo em que Vivemos	César da Silva Júnior <i>et alii</i>
Ática	5ª	Ciências e Educação Ambiental – O Meio Ambiente	Daniel Cruz
Do Brasil	5ª	Ciências Crítica e Ação	Isabel M. M. B. de Oliveira <i>et alii</i>
Nacional	5ª	Terra e Vida – Ciências	Paulo Maurício Silva S. R. Fontinha
Lê	5ª	Ciências da Escola para a Vida	Alcina M. S. Cardoso <i>et alii</i>
Scipione	5ª	Ar, água e Solo	Ayrton César Marcondes José Carlos Sariego
FTD	5ª	Natureza e Vida	Demétrio Gowdak Eduardo Martins
Saraiva	6ª	Entendendo a Natureza – Os Seres Vivos no Ambiente	César da Silva Júnior <i>et alii</i>
Ática	6ª	Os Seres Vivos	Carlos Barros Wilson Roberto Paulino
Ática	6ª	Ciências & Educação Ambiental – Os Seres Vivos	Daniel Cruz
Atual	6ª	A Vida	Sônia Lopes Ana Machado
Módulo	6ª	Ciências – Uma Produção Humana	Lia Kucera <i>et alii</i>
FTD	6ª	Aprendendo Ciências	Demétrio Gowdak Neide S. de Mattos
FTD	6ª	Natureza & Vida	Demétrio Gowdak Eduardo Martins
Nacional	6ª	Ambiente – Componentes e Interações – Ciências	Paulo Maurício Silva S. R. Fontinha
Saraiva	7ª	Ciências – Entendendo a Natureza – O Homem no Ambiente	César da Silva Júnior <i>et alii</i>
Ática	7ª	O Corpo Humano	Carlos Barros Wilson Roberto Paulino
Nacional	7ª	A Espécie Humana	Paulo Maurício Silva S. R. Fontinha
Scipione	7ª	Corpo Humano	Ayrton César Marcondes José Carlos Sariego
FTD	7ª	Aprendendo Ciências	Demétrio Gowdak Neide S. de Mattos
FTD	7ª	Natureza & Vida	Demétrio Gowdak Eduardo Martins

Scipione	8ª	Química e Física	Ayrton César Marcondes José Carlos Sariego
Vigília	8ª	Ciências – A Caminho do Futuro	Moacir A. d' Assunção Filho <i>et alii</i>
Ática	8ª	Física e Química	Carlos Barros Wilson Roberto Paulino
Ática	8ª	Ciências & Educação Ambiental – Química e Física	Daniel Cruz
Atual	8ª	A Matéria e a Vida	Sônia Lopes Ana Machado
FTD	8ª	Natureza & Vida	Demétrio Gowdak Eduardo Martins
Nacional	8ª	Ambiente – Componentes e Interações – Ciências	Paulo Maurício Silva S.R. Fontinha

**Tabela 12:** Guia de livros didáticos – 5ª a 8ª série – PNLD 1999.

**GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS  
“5ª A 8ª SÉRIES” - PNLD 2002**

<b>Editora</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>
Ática	Coleção Ciências	Carlos Barros Wilson Roberto Paulino
Do Brasil	Coleção Ciências	Ana Maria dos Santos Pereira Coelho Margarida Carvalho de Santana Mônica de Cássia Vieira Waldhelm
Ática	Coleção Ciências e Educação Ambiental	Daniel Cruz
Dimensão	Coleção Ciências Naturais no Dia-a-Dia	Jenner Procópio de Alvarenga José Luiz Pedersoli Moacir Assis d' Assunção Filho Wellington Caldeira Gomes
Saraiva	Coleção Ciências – Entendendo a Natureza	César da Silva Júnior Paulo Sérgio Bedaque Sanches Cezar Sasson
FTD	Coleção Vivendo Ciências	Maria de La Luz Mariz Costa Magaly Terezinha dos Santos

**Tabela 13:** Guia de livros didáticos – 5ª a 8ª série – PNLD 2002.

**GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS  
“5ª A 8ª SÉRIES” - PNLD 2005**

<b>Editora</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>
Ática	Coleção Ciências	Carlos Augusto da Costa Barros Wilson Roberto Paulino
Ediouro	Coleção Ciências	Carmem Cecília Bueno Valle Machado
Ática	Coleção Ciências	Fernando Gewandsznajder
Ática	Coleção Ciências e Educação Ambiental	Daniel Cruz
Dimensão	Coleção Ciências Naturais no Dia-a-Dia	Jenner Procópio Alvarenga Wellington Caldeira Gomes Moacir Assis D’Assunção Filho José Luiz Pedersoli
FTD	Coleção Ciências – Novo Pensar	Eduardo Martins Demétrio Gowdak
Moderna	Coleção Série Link da Ciência	Silvia Bortolozzo Suzana Maluhy
FTD	Coleção Vivendo Ciências – Nova Edição	Maria de La Luz Magaly Terezinha dos Santos Sonia Salém Carlos Alberto Mattoso Ciscato

**Tabela 14:** Guia de livros didáticos – 5ª a 8ª série – PNLD 2005.

**GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS  
“5ª A 8ª SÉRIES” - PNLD 2008**

<b>Editora</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>
Edições Escala Educacional	Série Link da Ciência	Silvia Bortolozzo Suzana Maluhy
Ática	Ciências	Carlos Augusto da Costa Barros Wilson Roberto Paulino
Ática Ltda	Ciências	Fernando Gewandsznajder
Dimensão	Ciência e Vida	Alexandre Alex Barbosa Xavier Maria Hilda de Paiva Andrade Marta Bouissou Moraes Marciana Almendro David
Editora do Brasil	Ciências BJ	Marcelo Jordão Nélio Bizzo
FTD	Ciências Natureza & Cotidiano:	Carlos Kantor José Trivellato Júlio Foschini Lisboa Marcelo Motokane Silvia Trivellato
FTD	Ciências Novo Pensar	Demétrio Gowdak Eduardo Martins

Moderna	Projeto Araribá – Ciências	Editora Moderna
Moderna	Ciências Naturais – Aprendendo com o Cotidiano	Eduardo Leite do Canto
Positivo	Ciências e Interação	Alice Costa
Scipione	Construindo Consciências	Selma Ambrozina de Moura Braga Maria Emília Caixeta de Castro Lima Ruth Schmitz de Castro Mairy Barbosa Loureiro dos Santos Orlando Gomes de Aguiar Júnior Carmen Maria de Caro Nilma Soares da Silva Helder de Figueiredo e Paula
IBEP	Investigando a Natureza – Ciências para o Ensino Fundamental	Ana Paula Hermanson Mônica Jakievicius
Saraiva	Ciências Naturais	Aníbal Fonseca Érika Regina Mozena Olga Santana

**Tabela 15:** Guia de livros didáticos – 5ª a 8ª série – PNLD 2008.

## **Anexo II**

Transcrição e categorização dos trechos contendo a denominação Energia e seus correlatos presentes nos livros didáticos analisados.

## Anexo III

### Textos complementares presentes nos livros didáticos analisados

<b>Título dos Textos Complementares</b>	<b>1985</b>	<b>1987</b>	<b>1993</b>	<b>1997</b>	<b>2002</b>	<b>2007</b>
Transformações de Energia			X			
Eu tenho a Força!			X	X		
A Máquina a Vapor			X	X		
Sol: a nossa principal fonte de Energia			X			
A Energia dos ventos			X			
A dilatação pode causar problemas? / A inevitável dilatação / Corpos Dilatados			X		X	X
Uma garrafa térmica moderna / A tecnologia da garrafa térmica			X	X	X	X
O raio <i>laser</i> / Raios cortantes: o <i>laser</i> / A tecnologia do raio <i>laser</i>			X	X	X	X
O peixe-elétrico / Eletricidade animal			X	X		
A supercondutividade / Na busca dos materiais supercondutores			X		X	
O elemento químico mais leve e simples			X	X		
Ernest Rutherford			X			
Composição e função dos carboidratos			X			
Lunis Pauling: o descobridor do ácido desorirribunucleico (ADN)			X			
Um rico alimento			X			
O primeiro plástico			X	X		
O macabro expressionismo da era nuclear				X		
Alguns exemplos de transformação de energia nos seres vivos / Transformações de energia				X		X
A temperatura de uma chama é igual em qualquer ponto?				X		
Atrito com o ar eletrifica carros de corrida				X		
Fontes renováveis de energia / A busca de novas formas de energia				X	X	X
Por que a pessoa sente frio após a anestesia geral?				X		
Economia de energia: uma guerra contra o desperdício				X		
Ondas podem ultrapassar 30 m de amplitude				X		
Como o forno de microondas aquece os alimentos / A tecnologia do forno de microondas				X	X	X



<b>Título dos Textos Complementares</b>	<b>1985</b>	<b>1987</b>	<b>1993</b>	<b>1997</b>	<b>2002</b>	<b>2007</b>
Tecido preto esquentava mais				X		
Gênio da lâmpada faz 150 anos				X		
Como funciona uma máquina de Xerox				X	X	
Pilhas e baterias / Pilha: miniusina de energia elétrica / A tecnologia da pilha				X	X	X
Lâmpadas elétricas / A lâmpada de filamento de tungstênio / A tecnologia das lâmpadas elétricas				X	X	X
Reciclando embalagens				X		
O que é radiatividade				X	X	X
Água, um futuro nada promissor				X		
Água na Lua?				X		
Formas alternativas de energia					X	
O panorama da energia eólica					X	
A Ciência e a ética					X	
Além das fronteiras do sistema solar					X	
O mecanismo de regulação da temperatura e a ação da febre					X	
Os esquimós e beduínos: próximos ou distantes? / Inuítes e beduínos					X	X
A luz é o limite				X	X	
Nas ondas radicais do surfe / Nas ondas do surf					X	X
As auroras e o campo magnético terrestre					X	
Propriedades dos elementos químicos					X	
Alcool: fonte alternativa de energia						X
Aquecimento global						X

## Anexo IV

### Referências Bibliográficas – Livro de 1997

- FOLHA DE SÃO PAULO. Vários números.
- HEADLAM, C. ed. *Kingfisher science encyclopeda*. London, Kingfisher, 1995.
- HILL, G.C. & HOLMAN, J.S. *Chemistry in context*. 4 ed. Thomas Nelson, 1995.
- HUTCHINGS, R. *Physics*. Walton-on-Thames, Thomas Nelson, 1992.
- NEHMI, Victor A. *Química; química geral e atomística*. 5. ed. São Paulo, Ática, 1995. v.1.
- \_\_\_\_\_. *Química; físico-química*. 3. ed. São Paulo, Ática, 1994. v.2.
- \_\_\_\_\_. *Química; química orgânica*. São Paulo, Ática, 1993. v.3.
- O ESTADO DE S. PAULO. Vários números.
- PARANÁ, D.N. *Física; mecânica*. 3. ed. São Paulo, Ática, 1994. v.1.
- \_\_\_\_\_. *Física; termologia, óptica, ondulatória*. 4. ed. São Paulo, Ática, 1996. v.2.
- \_\_\_\_\_. *Física; eletricidade*. São Paulo, Ática, 1993. v.3.
- SÉRIE ATLAS VISUAIS. *Física*; São Paulo, Ática, 1997.
- \_\_\_\_\_. *Química*; São Paulo, Ática, 1997.
- SUPERINTERESSANTE. São Paulo, Abril. Vários números.
- WILLIAMS, B. *Science and technology; a visual factfinder*. Kingfisher, 1993.

### Referências Bibliográficas – Livro de 2002

- BAROLLO, E. & GONÇALVES FILHO, A. *Instalação elétrica*. São Paulo, Scipione, 1997.
- BARROS, M.A. ; VANUCCHI, A.I.; CARVALHO, A.M.P. *Ciências no ensino fundamental*. São Paulo, Scipione, 1998.
- ESPIRIDIANO, I.M. & NÓBREGA, O. *Os metais e o homem*. 5. ed. São Paulo, Ática, 2002.
- GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química, IQ/USP. *Interações e transformações*. 6. ed. São Paulo, Edusp, 2000.
- GLEISER, M. *A dança do Universo*. São Paulo, Companhia das Letras, 1997.
- GRAF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. São Paulo, Edusp, 2001. 3 v.
- HARTWING, D.R.; SOUZA, E.; MOTA, R.N. *Química*. São Paulo, Scipione, 1993. 3 v.
- HILL, G.C. & HOLMAN, J.S. *Chemistry in context*. 4 ed. Thomas Nelson, 1995.
- KINGFISHER Science Encyclopedia. London, Kingfisher, 1995.
- KITTEL, C. et alii. *Curso de física de Berkeley; mecânica*. São Paulo, MEC/EDGARD Blucher, s.d.
- KOLTZ, J.C.; TREICHEL JR.P. *Chemistry & chemical reactivity*. Orlando, Saunders College, 1996.
- KUHN, T.S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva, 1998.
- LEMBO, A. *Química: realidade e contexto*. São Paulo, Ática, 1993. 3 v.
- NOVAIS, V.L.D. *Química*. São Paulo, Atual, 1993. 3 v.
- NUSENZVEIG, H.M. *Curso de física básica*. São Paulo, Edgard Blücher, 1997, 4 v.

PERUZZO, F.M. & CANTO, E.L. *Química na abordagem do cotidiano*. 2. ed. São Paulo, Moderna, 2001.

SAGAN, C. *Contato*. São Paulo, Companhia das Letras, 1997.

SILVA, E.S.; NÓBREGA, O.S.; SILVA, R.H. *Química*. São Paulo, Ática, 2001.

SNYDER, C.H. *The extraordinary chemistry of ordinary things*. New York, John Wiley 7 Sons, 1998.

WILLIAMS, B. *Science and technology; a visual factfinder*. Kingfisher, 1993.

### Referências Bibliográficas – Livro de 2006

BAROLLO, E. & GONÇALVES FILHO, A. *Instalação elétrica*. São Paulo, Scipione, 1997.

BARROS, M.A. ; VANUCCHI, A.I.; CARVALHO, A.M.P. *Ciências no ensino fundamental*. São Paulo, Scipione, 1998.

BONNES, R. & DE RE, P. *Incontro com le scienze – La materia*. Firenze, Bulgarini, 2003.

ESPIRIDIANO, I.M. & NÓBREGA, O. *Os metais e o homem*. 5. ed. São Paulo, Ática, 2002.

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química, IQ/USP. *Interações e transformações*. 6. ed. São Paulo, Edusp, 2000.

GLEICK, J. *Isaac Newton: uma biografia*. São Paulo, Companhia das Letras, 1997.

GLEISER, M. *A dança do Universo*. São Paulo, Companhia das Letras, 1997.

GRAF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. São Paulo, Edusp, 2001. 3 v.

HARTWING, D.R.; SOUZA, E.; MOTA, R.N. *Química*. São Paulo, Scipione, 1993. 3v.

HILL, G.C. & HOLMAN, J.S. *Chemistry in context*. 4 ed. Thomas Nelson, 1995.

HINRICHS, R.A. & KLEINBACH, M. *Energia e meio ambiente*. São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 2003.

KINGFISHER Science Encyclopedia. London, Kingfisher, 1995.

KITTEL, C. et alii. *Curso de física de Berkeley; mecânica*. São Paulo, MEC/EDGARD Blucher, s.d.

KOLTZ, J.C.; TREICHEL JR.P. *Chemistry & chemical reactivity*. Orlando, Saunders College, 1996.

KUHN, T.S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva, 1998.

LEMBO, A. *Química: realidade e contexto*. São Paulo, Ática, 1993. 3 v.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I.C.; BRITO, F. (orgs.). *Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro, Casa da Ciência / UFRJ, 2002.

NOVAIS, V.L.D. *Química*. São Paulo, Atual, 1993. 3 v.

NUSSENZVEIG, H.M. *Curso de física básica*. São Paulo, Edgard Blücher, 1997, 4 v.

PERUZZO, F.M. & CANTO, E.L. *Química na abordagem do cotidiano*. 2. ed. São Paulo, Moderna, 2001.

SAGAN, C. *Contato*. São Paulo, Companhia das Letras, 1997.

SILVA, E.S.; NÓBREGA, O.S.; SILVA, R.H. *Química*. São Paulo, Ática, 2001.

SNYDER, C.H. *The extraordinary chemistry of ordinary things*. New York, John Wiley 7 Sons, 1998.

WILLIAMS, B. *Science and technology; a visual factfinder*. Kingfisher, 1993.

## Anexo V

### O que é Energia?

Por Anibal Figueiredo e Maurício Pietrocola

#### Qual o seu nome?

As pessoas me chamam de Energia.

#### Quer dizer que esse não é seu nome?

Na verdade não tenho nome próprio. As pessoas me chamam como acham melhor. Até com nomes mais longos, como *energia elétrica*, *energia mecânica* ou, ainda, *energia solar*.

#### Então, além do nome, você também é chamada pelo sobrenome?

É mais ou menos isso...

#### Mais ou menos? Esses complementos ao seu nome não são sobrenomes?

É que, ao dizer “sobrenomes”, você poderia pensar em um grupo de “indivíduos” que se divide em famílias, como ocorre com as pessoas. Mas, na verdade, sou uma única entidade.

#### Isso está começando a se complicar! Logo agora que estava achando nossa conversa interessante. Você não poderia ser mais explícita e dizer, afinal, quem é você.

O problema está justamente aí. Eu até poderia enunciar uma definição sobre o que sou... mas não acredito que isso torne as coisas mais fáceis. Vou tentar explicar de outra forma. As pessoas vivem falando a meu respeito. Você já deve ter ouvido ou falado algo do tipo: “Precisarei de energia para enfrentar o dia de hoje”, “Tive uma semana dura e estou sem energia para passear”, “Vou tomar algo energético antes da partida de futebol”.

#### É verdade... Eu mesmo já disse frases como essas! Quer dizer que estava falando de você?

Estava, sim.

#### Em que outras situações você é mencionada?

Vou dar como exemplo frases encontradas em jornais, notícias de televisão etc. Veja: “O aumento da venda de eletrodomésticos esta levando o sistema energético do Brasil ao colapso”, “Reajuste nas tarifas de energia elétrica tem impacto negativo nos índices de inflação”, “Cada vez mais a energia consumida na Europa vem de usinas nucleares”, “O Sol é nossa grande fonte de energia”, “É preciso buscar fontes alternativas de energia não-poluentes”.

#### Pelo visto você é muito importante...

Sem dúvida. A sociedade moderna depende muito de mim. E essa dependência é tão grande que muitas transformações ocorreram devido às dificuldades em me obter. No Brasil, por exemplo, o aumento do preço do petróleo ocorrido nos anos 70 gerou uma grave crise econômica. Hoje, governos de todo o mundo se preocupam em desenvolver meios de me obter em abundância e a preços razoáveis.(1)

#### Por que tanta importância?

É que sou relacionada à capacidade de realização de tarefas. Quando alguém diz levantar-se da cama com energia, na verdade está dizendo estar pronto para um dia repleto de atividades. Ao procurar um alimento energético, está se preparando para uma tarefa difícil. Já o aumento na venda de eletrodomésticos, que são aparelhos que realizam tarefas para as pessoas, vai requerer mais energia das usinas. Em todos esses exemplos o que está em jogo é a relação entre mim (Energia) e as tarefas a serem realizadas.

**Então você realiza tarefas?**

Digamos que seja quase isso. Não realizo tarefas. Quem faz isso são os corpos – como a enceradeira, o liquidificador, a bomba de água, os animais e os próprios seres humanos. Sou apenas uma forma de indicar a possibilidade de isso acontecer.

**Parece complicado...**

Não se preocupe em, nesse momento, encontrar uma definição definitiva sobre o que sou. Isso ficará mais claro depois que analisar outras situações em que tomo parte.

**Vou seguir seu conselho. Afinal, com tantas pessoas referindo-se a você no dia-a-dia, com o tempo vou acabar entendendo-a melhor.**

Mas tome cuidado! Nem sempre as pessoas se referem a mim de forma correta. Por ser popular, sou usada para exprimir as mais variadas situações. Às vezes, as pessoas exageram e me utilizam para explicar até o que elas ainda não conhecem bem. (2)

**Como assim?**

Você já ouviu falar do “poder curativo das pedras”?

**Acho que li algo a respeito...**

Embora nem todos acreditem nisso, os que defendem essa propriedade das pedras procuram justificá-la dizendo que elas possuem *energia - energia mineral*. O mesmo ocorre com aqueles que acreditam na existência da telepatia, assegurando que as pessoas podem enviar e receber mensagens sem o uso da palavra: apenas a força da mente. Dizem que isso acontece através da energia. Apesar de ficar lisonjeada em ser citada nesses casos, estou certa de que as pessoas dizem isso sem saber o que realmente ocorre nesses processos.

**Mas você está ou não metida nisso tudo?**

Não posso responder a esse tipo de pergunta.

**Por quê? Você não sabe?**

É que existe uma espécie de “jogo” estabelecido entre mim e as pessoas, principalmente entre as que se interessam pela Ciência. É como um esconde-esconde. Cabe às pessoas dizerem se participo ou não de determinada situação.

**Assim fica difícil... Como jogar esse jogo se nem sei por onde começar?! Como encontrá-la, se mal nos conhecemos?**

Espero que, depois de me estudar<sup>57</sup>, você saiba quem sou e como encontrar-me nos diversos fenômenos em que tomo parte.

**Será que vou conseguir aprender isso tudo?**

Claro que sim! Afinal você já me conhece um pouquinho. Lembre-se das frases que dei como exemplo.

**Mas você não disse que algumas vezes é “utilizada” de forma errada?**

É verdade. Mas basta você precisar seus conhecimentos, separando o que é bom dos excessos.

**Certo. Explique-me, então, aquela história sobre seus sobrenomes.**

Vejamos. Os sobrenomes servem para dividir as pessoas em famílias, correto?

<sup>57</sup> O trecho original é: “ao terminar a leitura deste livro”.

**Sim.**

Isso que dizer que as pessoas podem ser diferenciadas pelo sobrenome. Por exemplo, a “Cristina Assis”, não é a mesma pessoa que a “Cristina Portela” apenas por chamar-se Cristina, não é verdade?

**Correto.**

Se acontecesse a mesma coisa comigo, deveríamos admitir que *energia mecânica* e *energia elétrica* seriam entidades de famílias diferentes por terem sobrenomes diferentes, não é verdade?

**É. Acho que os sobrenomes foram introduzidos por isso, para que não confundíssemos as pessoas. No seu caso não ocorre o mesmo?**

Não. O complemento do meu nome serve apenas para designar como me apresento num determinado momento. Vou tentar deixar mais claro. Imagine que eu seja um folião de carnaval que troca a fantasia para ir a cada festa de que participa ou, melhor ainda, um agente secreto com inúmeros disfarces.

**Então, quando dizemos energia fulano, energia sicrano, estamos falando da mesma coisa?**

Isso mesmo! Apesar de eu não ser uma coisa, mas uma entidade física, a idéia é essa.

**Agora estou entendendo por que mencionou o esconde-esconde! Quer dizer que, nesse jogo, cabe às pessoas descobrirem seu disfarce?**

Exatamente. Tenho jogado esse jogo com os homens da Ciência durante muitos anos e consegui manter-me incógnita por um longo tempo. Na metade do século XIX minha existência foi proposta de forma clara por Helmholtz, um cientista germânico. Todavia, desde o século XVII já havia indícios da minha existência. (3)

**Quer dizer que, hoje, os cientistas conhecem todos os seus disfarces?**

Claro que não! Os cientistas vêm descobrindo vários de meus disfarces, mas ainda reservo surpresas para eles... (4)

**Você poderia citar um disfarce importante descoberto recentemente?**

Sem dúvida! No início deste século, travei uma grande partida com diversos cientistas que trabalhavam com as propriedades da luz. Consegui me esconder durante um bom tempo até ser flagrada por Einstein, em 1905. Ele mostrou que eu podia me disfarçar como *matéria*, ou melhor, que a *matéria* nada mais era que uma forma de energia. Engenhoso, não acha?

**Sem dúvida! Então você quase enganou Einstein?! Puxa, você deve ser um agente secreto e tanto...**

Você me subestimou?!

**Lógico que não! Mas o Einstein é muito famoso.**

E você acha que ele ficou famoso por quê?

**Como Einstein percebeu esse disfarce tão engenhoso?**

Ele era muito perspicaz e contou com trabalhos de outros cientistas, que lhe serviram de base. (5)

**Legal! Achei emocionante essa história de agente secreto, disfarces etc. Mas posso fazer uma pergunta bem íntima?**

Claro! Já somos amigos.

**Aqui entre nós, quem é você de verdade, sem disfarces?**

Não me leve a mal, mas é impossível dizer isso numa frase. Não que eu não queira tentar explicar... É que acabaria dando uma definição e isso não o ajudaria muito no momento. A melhor maneira seria participar comigo do jogo de esconde-esconde e você mesmo construir uma idéia a meu respeito.

**Poxa, pensei que fôssemos amigos!**

E somos. Mas se contar o que me pede, estaria privando-o de um dos maiores prazeres de fazer Ciência: exercitar a capacidade imaginativa. Os cientistas já aprenderam isso. Eles me conceberam há algum tempo para dar sentido aos fenômenos da natureza. Tente fazer isso, dar sentido aos fenômenos através de mim. Tenho certeza de que sentirá muito prazer nisso e conseguirá penetrar em minha essência. (6)

**Legal, mas... Ei! Espere aí! Aonde você vai?**

Oh! Parece que a Energia se foi da maneira que mais gosta. Disfarçando-se. Pediu desculpas, mas tinha de seguir sua natureza e partir... disfarçada. Mas não se preocupe, ela reaparecerá várias vezes ao longo de nosso estudo<sup>58</sup>. Porém, devemos ficar preparados para descobri-la nas mais variadas situações.

*Figueiredo, A.; Pietrocola, M. Faces da Energia – Física um outro lado. São Paulo: FTD, 1998.*

- (1) Em concordância com os PCNs (1998), esta discussão pode enfatizar a importância de se perceber o desenvolvimento científico e tecnológico associado a interesses políticos e econômicos, aprendendo Ciências a partir de suas relações com a Tecnologia e com as demais questões ambientais e sociais. Oriundos desse debate, problemas reais podem se tornar projetos de investigação e/ou atividades em grupos.
- (2) Abordar situações em que a Energia se faz presente no dia-a-dia, apontando limitações quando analisadas numa perspectiva científica.
- (3) Salientar o longo tempo que levou para a emergência do conceito de Energia. Mostrando que mesmo no cenário científico, os conceitos não surgem de uma hora para outra, do nada. Mas que são construídos e são mutáveis.
- (4) Esse debate pode chamar a atenção para as limitações e "funcionamento" da Ciência.
- (5) Não privilegia a ciência como produto de uma mente brilhante, oriunda de um surto de inspiração. Mas mesmo um cientista excepcional, como Einstein, desenvolve suas teorias com a contribuição de outros trabalhos.
- (6) Evidenciar que os cientistas conceberam a Energia, ou seja, é um conceito fruto da construção humana para dar sentido aos fenômenos da natureza, ou seja, mostrar a Ciência como elaboração humana para uma compreensão do mundo.

<sup>58</sup> O texto original é: “desse texto”.

## Anexo VI

### Descrição e *links* de acesso dos simuladores sugeridos

A primeira atividade sugerida – **Consumo de Energia** – envolve uma manipulação simples por parte dos usuários – os alunos. A simulação fornece uma tabela com diferentes aparelhos elétricos e suas potências. Ao aluno cabe fornecer o tempo de funcionamento semanal desses aparelhos. Feito isso, o simulador calcula o “consumo” individual e total de Energia elétrica dos aparelhos, estimando também a quantidade de água necessária, em uma usina hidrelétrica, para “gerar” essa Energia.

A utilização desse simulador não exige que os alunos calculem a Energia elétrica a partir dos valores da potência elétrica e do tempo de funcionamento dos aparelhos. Porém, a exploração desse recurso pode propiciar que os alunos percebam a relação entre as grandezas envolvidas, ou seja, a dependência da Energia elétrica para com os valores da potência elétrica e o tempo. O recurso permite evidenciar também os “vilões” domésticos responsáveis pela maior parte do “consumo” de Energia elétrica, além de estimar a quantidade mínima de água necessária, em uma usina hidrelétrica, para sua “geração”, que pode contribuir para o seu uso adequado. Ao professor, cabe advertir que os valores de Energia elétrica gerados pela tabela a partir dos dados fornecidos são referentes a um período semanal, além de ser admitido que não haja dissipação de Energia, isto é, a Energia mostrada como "Consumo total" refere-se à Energia mínima que deve ser “gerada” em um caso ideal, onde não há dissipação.

O simulador permite que o aluno controle o tempo semanal de funcionamento de cada aparelho, podendo então, estimar o tempo real de utilização em suas residências. O professor pode complementar o uso desse simulador solicitando o “consumo” aproximado de Energia elétrica em um mês – situação mais próxima do que ocorre com as faturas emitidas pelas companhias distribuidoras de Energia. Um item a ser destacado é que as potências fornecidas pelo simulador podem ser diferentes dos aparelhos que os alunos possuem em casa. Outro fato refere-se ao número de aparelhos, que não podem ser alterados pelos usuários do simulador, uma vez que nesse, são referentes a uma única unidade – um aparelho. No entanto,



para mais de um aparelho do mesmo tipo, o professor pode sugerir que se coloque a soma do tempo que cada um permanece ligado.

A simulação mostra também a quantidade mínima de água – em litros – necessária para “gerar” a Energia total “consumida” pelos aparelhos numa semana e o equivalente em baldes de 5 litros de água.

Embora simples, este simulador pode ser retomado em momentos posteriores, quando do tratamento das noções de transformação, conservação e degradação da Energia. Por exemplo, para a quantidade de água fornecida pelo simulador, o professor pode abordar outra forma de Energia, a potencial gravitacional e a sua transformação. Para obter a quantidade de água, em litros, as etapas necessárias são mais complexas, pois envolvem transformação de unidades de medidas (quilowatt-hora para joule e  $m^3$  para litros) e o uso de outras noções, como a densidade da água. A altura admitida da queda d'água, na hidroelétrica, foi de 80 m. O professor deve estar atento, que a quantidade de água necessária para gerar esta Energia é maior do que a fornecida pelo simulador, uma vez que há dissipação no processo.

Disponível em:

[http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_energia\\_consumo.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_consumo.htm)

O segundo simulador – **600 segundos** – tem como proposta um jogo. Diferentemente do simulador anterior, neste é o aluno que calcula o “consumo” de Energia numa casa, porém, o tempo agora é fixado em 10 minutos. A casa tem quatro cômodos, com apenas um eletrodoméstico em cada. São eles: televisor, rádio, geladeira e máquina de lavar. As potências desses eletrodomésticos são previamente fornecidas, assim como o tempo de utilização, que inclusive dá nome ao jogo. Nesta atividade, os alunos deverão calcular a Energia elétrica “gasta”. Algumas dificuldades a serem contornadas referem-se aos próprios cálculos em si, uma vez que envolvem a transformação de unidades, como o tempo de minutos para hora, e a Energia de watts-hora para quilowatt-hora.

Disponível em:

[http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_energia\\_600s.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_600s.htm)

A atividade – **Em Casa! Quem Gasta Mais?** – simula uma família de três pessoas – pai, mãe e filha – que estão “gastando” muita Energia elétrica e estão dispostos a economizar. O jogo se desenvolve quando a família tenta descobrir quem “gasta” mais Energia num período mensal.

Para auxiliar a família nesta tarefa, a filha recorre à professora de Ciências, que fornece os procedimentos a serem executados, como a transformação de minutos para horas e de watts para quilowatts, de forma a obter a Energia em quilowatt-hora, assim como o procedimento para calcular o custo individual para cada um dos membros da família.

Posterior a isso, é fornecida uma tabela contendo uma relação dos eletrodomésticos utilizados e o tempo de funcionamento diário, que é diferente para cada uma das pessoas. Para que o aluno identifique quem “gasta” mais Energia na família, é solicitado que se calcule a Energia para cada aparelho elétrico, assim como o custo individual, inicialmente para período de um dia. No entanto, as respostas são previamente oferecidas e o aluno não precisa necessariamente efetuar os cálculos, bastando apenas transcrever os valores da potência e do tempo (diário), que já aparecem convertidos para quilowatts e horas pelo simulador. Para valores diferentes, o simulador impede o avanço do aluno no jogo. Calculado o “consumo” de Energia diário por aparelhos e para cada um dos membros da família, a próxima etapa solicita que se calcule o custo diário, em reais, para cada um dos aparelhos, por pessoa, e posteriormente o custo mensal.

Esta simulação possibilita que os alunos percebam quais entre os aparelhos listados “consomem” maior quantidade de Energia em função do tempo de utilização e de suas potências, remetendo a seus custos em reais. Duas ressalvas a serem feitas: A primeira refere-se ao custo do quilowatt-hora, muito inferior à média nacional. E a segunda, ao fato do simulador impossibilitar outro método de resolução. Pois, uma alternativa possível para responder a questão proposta seria somar o “consumo” de Energia elétrica de todos os equipamentos, e então calcular o custo total, por membros da família.

Disponível em:

[http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_energia\\_quemgastamais.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_quemgastamais.htm)

No jogo – **O Banho** – o aluno é desafiado a descobrir quanto tempo é necessário para que um garoto fique totalmente limpo durante um banho, sem ultrapassar um limite estipulado de Energia elétrica “consumida”. Para isso é fornecido o valor da potência do chuveiro e o aluno deve estipular o tempo a ser utilizado para lavar cada parte do corpo, separadamente, em minutos. Além de ter o cuidado em não ultrapassar o tempo total a ser utilizado durante o banho, de forma a não exceder o limite de Energia estipulado, o estudante deve estimar o tempo conforme a “sujeira” de cada parte do corpo. Duas observações cabem ao uso desse simulador. A primeira deve-se ao fato de que se o usuário, no caso o aluno, sugerir um tempo total maior que o limite a ser identificado, mesmo quando o garoto fica completamente limpo, o recado dado pela mãe é: “*Seu sujinho, tome banho outra vez!*”. Enquanto deveria alertá-lo para o fato de ter ultrapassado o “consumo” máximo de Energia estabelecido. O mesmo acontece quando o aluno não ultrapassa o limite de tempo fixado e o garoto fica completamente limpo. A segunda, é que pode ser relativamente difícil estimar o tempo a ser destinado a cada parte do corpo. Para superar esta dificuldade, sugerimos que os estudantes façam uso de tabelas, anotando cada parte do corpo com a associação do respectivo tempo estimado. Isso permite que o aluno, quando não conseguir fazer com que o garoto fique completamente limpo, perceba mais facilmente em quais valores e em que proporção ele pode alterar os valores.

O professor pode complementar o uso deste simulador com um desafio semelhante: quanto custa em reais o banho de cada aluno da turma?

Para isso, os estudantes devem solicitar que um adulto verifique a potência elétrica do seu chuveiro, lembrando-o de desligar a chave geral antes disso. É necessário também identificar na “conta de luz” o preço do quilowatt-hora.

Disponível em:

[http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_energia\\_banho.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_banho.htm)

O simulador **Show de Rock** trata de uma promotora de eventos promovendo um *show*, e numa reunião com os membros integrantes da equipe organizadora do evento ela solicita um levantamento dos gastos a serem realizados. O aluno deve então ajudar a calcular os custos com a Energia elétrica. O simulador fornece a relação de equipamentos, suas potências, tempo de utilização e o preço do kWh –

inferior à média nacional. Depois de contabilizadas todas as despesas, a equipe precisa calcular 30% desse valor, que corresponde ao lucro da empresa, e precisa descontar o valor pago aos patrocinadores. Tendo o custo total, esse valor é dividido pelo número de pessoas que assistirão ao *show*, de forma a calcular o preço de cada ingresso.

Disponível em:

[http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_energia\\_showderock.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_showderock.htm)

No **Apagão**, o aluno deve equipar uma casa – escolhendo entre uma lista de aparelhos elétricos, sem, no entanto, ultrapassar o limite de “consumo” de Energia máximo estipulado – 261 kWh mensais. Ultrapassado este limite, ocorre o corte de Energia na residência. A desvantagem desse jogo é que somente após escolher todos os eletrodomésticos o aluno conhece os valores de suas potências. O ganho que se tem é que é o aluno que define a quantidade de aparelhos e o tempo de utilização. Posterior a isso, o aluno calcula a Energia elétrica total a ser utilizada e confere se ficou abaixo do máximo estipulado.

Disponível em:

[http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_energia\\_apagao.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_apagao.htm)

## Anexo VII

### Investigando a Energia envolvida na queda de um objeto

*Por Ação e Pesquisa em Educação em Ciências - APEC*

Nesta atividade, iremos avaliar a quantidade de Energia potencial gravitacional relacionada a duas esferas, abandonadas de diferentes alturas, sobre uma bacia contendo argila.

Para isso, você vai precisar de:

- Uma trena ou régua grande;
- Um palito;
- Duas esferas de mesmo tamanho e de diferentes materiais – aço (pode ser obtida de rolamentos) e vidro (bolinha de gude).
- Uma bacia;
- Argila ou massa de modelar;
- Um pano;
- Um copo com água.

Como fazer:

- Prepare a bacia com argila, nivelando sua superfície com as mãos úmidas. Limpe suas mãos com o pano e umedeça as esferas, antes de cada lançamento. Após cada lançamento, tire a esfera da argila e limpe-a com o pano. Torne a umedecê-la preparando-a para um novo lançamento.
- Faça uma previsão: o que vai acontecer com a argila se soltarmos cada uma das duas esferas de uma mesma altura?
- Faça a experiência e anote os resultados. Use um palito para medir a profundidade de deformação na argila.
- Procure prever a deformação da argila ao soltar uma mesma esfera de alturas diferentes, por exemplo, de 20, 40 e 60 cm. Faça a experiência e anote os resultados.
- É possível produzir a mesma deformação na argila usando esferas de massas diferentes? Como? Experimente e anote os resultados.

Interpretando os resultados:

1. Qual das esferas chega ao solo com maior Energia cinética quando elas são abandonadas de uma mesma altura? Explique sua resposta.
2. Quando abandonamos as esferas de uma mesma altura, em qual situação temos uma maior quantidade de Energia potencial gravitacional? Justifique.
3. Quando lançamos a mesma esfera de várias alturas, em qual situação temos maior Energia potencial no momento do lançamento? Justifique.
4. Sabemos que uma esfera de aço tem uma massa aproximadamente três vezes maior que uma esfera de vidro de mesmo tamanho. Então, se abandonarmos a esfera de aço a uma altura de 20 cm, a que altura devemos abandonar a esfera de vidro para que ela produza a mesma deformação na argila? Justifique sua resposta e teste fazendo o experimento

## Anexo VIII

### Que é Energia?

*Por Richard Feynman*

Existe um fato ou, se você preferir, uma lei que governa todos os fenômenos naturais conhecidos até agora. Não se conhece nenhuma exceção a essa lei – ela é exata, pelo que sabemos. A lei chama-se conservação da energia. Segundo ela, há certa quantidade, que denominamos energia, que não se modifica nas múltiplas modificações pelas quais passa a natureza. Trata-se de uma idéia extremamente abstrata, por ser um princípio matemático; diz que há uma quantidade numérica que não se altera quando algo acontece. Não é a descrição de um mecanismo ou de algo concreto; é apenas o fato estranho de que podemos calcular certo número e, quando terminamos de observar a natureza em peripécias e calculamos o número de novo, ele é o mesmo. [...] Por ser uma idéia abstrata, ilustraremos seu significado por uma analogia.

Imagine uma criança, talvez “Dênis, o Pimentinha”, que possui cubos absolutamente indestrutíveis e que não podem ser divididos em pedaços. Todos são idênticos. Suponhamos que possui 28 cubos. Sua mãe o coloca com seus 28 cubos em um quarto no início do dia. No final do dia, sendo curiosa, ela conta os cubos com cuidado e descobre uma lei fenomenal – não importa o que ele faça com os cubos, restam sempre 28! Isto prossegue por vários dias, até que um belo dia só há 27 cubos, mas uma pequena investigação mostra que um deles foi parar debaixo do tapete – ela tem de procurar por toda parte para se assegurar de que o número de cubos não mudou. Um dia, porém, o número parece mudar – só há 26 cubos. Uma investigação cuidadosa indica que a janela foi aberta e, após uma procura lá fora, os outros dois cubos são encontrados. Outro dia, uma contagem cuidadosa indica que há 30 cubos! Isto causa uma consternação considerável, até que se descobre que Bruce fez uma visita, trazendo consigo seus cubos, e deixou alguns na casa de Dênis. Depois de se desfazer dos cubos extras, a mãe fecha a janela, não deixa Bruce entrar e, então, tudo vai às mil maravilhas, até que um dia ela conta os cubos e só encontra 25. Entretanto, há uma caixa no quarto, uma caixa de brinquedos, e, quando a mãe tenta abri-la, o menino protesta: “não, não abra minha caixa de brinquedos”. A mãe não pode abrir a caixa de brinquedos. Sendo extremamente curiosa e um tanto engenhosa, ela inventa um truque! Ela sabe que um cubo pesa 84 gramas; assim, pesa a caixa certa vez em que vê 28 cubos e descobre que seu peso são 448 gramas. Da próxima vez em que quer verificar o número de cubos, pesa a caixa de novo, subtrai 448 gramas e divide o resultado por 84. Descobre o seguinte:

$$(\text{número de cubos vistos}) + [(\text{peso da caixa}) - 448 \text{ gramas}]/84 = \text{constante.}$$

Passado algum tempo, parece haver novo desvio, mas um exame cuidadoso indica que a água na banheira está mudando o nível. O menino está jogando cubos na água e ela não consegue vê-los devido à sujeira, mas consegue descobrir quantos cubos há na água acrescentando outro termo à fórmula. Como a altura original da água era de 15 centímetros e cada cubo eleva a água meio centímetro, a nova fórmula seria:

$$(\text{número de cubos vistos}) + [(\text{peso da caixa}) - 448 \text{ gramas}]/84 = \text{constante.}$$

$$+ [(\text{altura da água}) - 15 \text{ centímetros}]/\frac{1}{2} \text{ centímetro} = \text{constante.}$$

Com o aumento gradual da complexidade de seu mundo, ela descobre toda uma série de termos representando meios de calcular quantos cubos estão em lugares onde ela não pode olhar. Como resultado, encontra uma fórmula complexa, uma quantidade que tem de ser calculada e que sempre permanece idêntica em sua situação.

Qual a analogia deste quadro com a conservação da energia? O aspecto mais notável a ser abstraído é que não há cubos. Se retirarmos os primeiros termos das equações estaremos calculando coisas mais ou menos abstratas. A analogia tem os seguintes pontos. Primeiro, quando calculamos a energia, às vezes parte dela deixa o sistema e vai embora ou, outras vezes, alguma entra no sistema. Para verificar a conservação da energia, é preciso ter cuidado para não colocar ou retirar energia. Segundo, a energia tem um grande número de formas diferentes, e há uma fórmula para cada uma. Elas são: energia gravitacional, energia cinética, energia térmica<sup>59</sup>, energia elástica, energia elétrica, energia química, energia radiante, energia nuclear, energia da massa. Se totalizarmos as fórmulas para cada uma dessas contribuições, ela não mudará, exceto quanto à energia que entra e sai.

É importante perceber que, na física atual, ignoramos o que é energia. Não temos um quadro de que a energia vem pequenas gotas de magnitude definida. Não é assim. Porém, há fórmulas para calcular certa quantidade numérica e, ao somarmos tudo, o resultado é “28” – sempre o mesmo número. É algo abstrato por não nos informar o mecanismo ou as razões das diferentes fórmulas.

*Feynman, Richard P. Física em Seis Lições. Tradução Ivo Korytowski, 5ª edição, Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.*

---

<sup>59</sup> O texto original de Feynman faz uso da expressão “Energia Térmica”, considerada inapropriada por Axt & Brückmann (1989), Cindra & Teixeira (2004), entre outros pesquisadores. Tal fato vem a corroborar e evidenciar o desacordo e diversidade de orientações relacionadas ao conceito de Energia, como já argumentado neste trabalho. Ao professor, cabe a tarefa de diferenciar as noções de “Calor” e “Energia Interna”, comumente denominadas de “Energia Térmica”.