



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**A FORMAÇÃO DE UMA CULTURA CIENTÍFICA NO
ENSINO MÉDIO:
O PAPEL DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA**

SANDRA GONÇALVES COIMBRA

ORIENTADOR:

PROF. DR. CÁSSIO COSTA LARANJEIRAS

BRASÍLIA – DF
DEZEMBRO / 2007



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**A FORMAÇÃO DE UMA CULTURA CIENTÍFICA NO
ENSINO MÉDIO:
O PAPEL DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA**

SANDRA GONÇALVES COIMBRA

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras e apresentada à banca Examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

BRASÍLIA – DF
DEZEMBRO / 2007

AGRADECIMENTOS

Deus,
"Pois o Senhor é quem nos dá Sabedoria" (Provérbios 2:6)

Elias e Narcísia,
Ensinaram-me a valorizar o estudo.

Abdan,
Amor, compreensão e apoio.

Débora, Daniele, Ana Beatriz
Amor e carinho.

Cássio,
Muitos ensinamentos, paciência e orientação precisa.

Professores do PPGEC,
Conhecimentos que proporcionaram crescimento intelectual e profissional.

Colegas de curso,
Amizade, disposição em compartilhar e ajudar.

Glória,
Apoio e incentivo.

Muitos amigos,
Palavras de carinho, incentivo e amizade.

RESUMO

Este trabalho constitui uma reflexão acerca da formação de uma cultura científica no Ensino Médio e do papel dos livros didáticos de Física nesse processo. Tomando as idéias de Paulo Freire como referência pedagógica do processo educativo e as de Gaston Bachelard como referência epistemológica, buscamos a construção de um olhar que nos permitisse revisitar os textos didáticos de Física voltados para o Ensino Médio. Inicialmente é discutida a relação entre a formação de uma cultura científica e o ensino de ciências, considerando o grande desafio que é desenvolver um ensino de Física que se aproprie do discurso científico bem como da crítica desse discurso, que vincule a formação científica a um contexto social, histórico, a um produto humano. Considerando o livro didático como elemento de grande influência no ensino de Física e a implantação do Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM) que ampliará o acesso a esse recurso, é relevante identificar como o livro didático de Física tem contribuído para a formação científico-cultural do aluno do ensino médio. Nesse sentido é proposto, a partir de uma análise dos livros didáticos de física aprovados pelo PNLEM, um conjunto de categorias analíticas que, constituindo-se enquanto um novo olhar aos referidos livros, procuram avaliar o seu potencial formativo de uma cultura científica na escola.

Palavras-chave: Cultura Científica, Ensino de Ciências, Ensino Médio, Livro Didático.

ABSTRACT

This dissertation is a reflection about the formation of a scientific culture in High School and the role of didactic books in Physics in it. With Paulo Freire's ideas as a pedagogic reference of the educating process and those of Gaston Bachelard as an epistemological reference, we searched to build a vision that would let us revisit the didactic books in Physics used in High school. Initially, we discuss the relations between the formation of a scientific culture and science teaching, considering that developing the teaching of physics which suits the scientific discourse is a challenge, as well as doing a reasonable critique of that discourse that links a scientific formation to a social, historic and social context. Considering the didactic book as an element of great influence in the teaching of physics and that with the implementation of the National Didactic Book Program in High School (PNLEM) the access to it will be widened, it is relevant to identify how the didactic book in Physics has contributed to the scientific and cultural formation of high school students. Hence and starting from an analysis of the didactic books in physics approved in the PNLEM, a set of analytical categories are proposed to evaluate their formative potential of a scientific culture in high school.

Keywords: Scientific Culture, Science Education, High School, Didatic Books.

LISTA DE FIGURAS

Figura	1 - SAMPAIO e CALÇADA. Física, Volume Único	100
Figura	2 - GASPAR. Física. Volume Único.	102
Figura	3 - GASPAR. Física. Volume Único.	103
Figura	4 - SAMPAIO e CALÇADA. Física, Volume Único	106
Figura	5 - GASPAR. Física. Volume Único.	106
Figura	6 - MÁXIMO e ALVARENGA. Física, vol.	107
Figura	7 - PENTEADO e TORRES, Física, vol	108
Figura	8 - SAMPAIO e CALÇADA. Universo da Física, vol.	109
Figura	9 - SAMPAIO e CALÇADA. Universo da Física, vol.	109
Figura	10 - SAMPAIO e CALÇADA. Universo da Física	111
Figura	11 - MÁXIMO e ALVARENGA. Física.	112
Figura	12 - SAMPAIO e CALÇADA. Universo da Física	113
Figura	13 - GASPAR. Física. Volume Único.	115
Figura	14 - PENTEADO e TORRES, Física.	115
Figura	15 - GONÇALVES FILHO e TOSCANO	117
Figura	16 - GONÇALVES FILHO e TOSCANO	119
Figura	17 - MÁXIMO e ALVARENGA. Física.	120
Figura	18 - PENTEADO e TORRES, Física.	122
Figura	19 - PENTEADO e TORRES, Física.	122
Figura	20 - SAMPAIO e CALÇADA. Física, Volume Único	124
Figura	21 - GONÇALVES FILHO e TOSCANO	125
Figura	22 - MÁXIMO e ALVARENGA. Física.	126
Figura	23 - GASPAR. Física. Volume Único.	127
Figura	24 - GASPAR. Física. Volume Único.	127
Figura	25 - GASPAR. Física. Volume Único.	130
Figura	26 - MÁXIMO e ALVARENGA. Física.	131
Figura	27 - SAMPAIO e CALÇADA. Universo da Física	132
Figura	28 - PENTEADO e TORRES, Física	133

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS – LIVRO 1 - FÍSICA, VOLUME ÚNICO, ALBERTO GASPAR, 1ª EDIÇÃO, ED. ÁTICA, SP, 2007.	71
TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS – LIVRO 2 – FÍSICA, VOLUME ÚNICO, SAMPAIO E CALÇADA, ED. ATUAL, SP, 2005.	74
TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS – LIVRO 3 - FÍSICA, VOLUME ÚNICO, GONÇALVES FILHO E TOSCANO, ED. SCIPIONE.	77
TABELA 4 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS – LIVRO 4 - FÍSICA ENSINO MÉDIO, VOLUME 1, 2, 3, MÁXIMO E ALVARENGA, ED. SCIPIONE, SP, 2007.	80
TABELA 5 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS – LIVRO 5 - FÍSICA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, VOLUME 1, 2, 3, TORRES E PENTEADO, ED. MODERNA, SP, 2005	83
TABELA 6 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS – LIVRO 6 - UNIVERSO DA FÍSICA, VOLUME 1, 2, 3, SAMPAIO E CALÇADA, ED. ATUAL, SP, 2005).....	86
TABELA 7 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 1 – TEMA MECÂNICA	151
TABELA 8 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 1 – TEMA ONDAS E ÓTICA.....	152
TABELA 9 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 1 – TEMA TERMODINÂMICA.....	153
TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 1 – TEMA ELETROMAGNETISMO	154
TABELA 11 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 2 – TEMA MECÂNICA.....	155
TABELA 12 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 2 – TEMA TERMOLOGIA	156
TABELA 13 E 14 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 2	157
TEMA ÓTICA E ONDAS	157
TABELA 15 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 2 – TEMA ELETROMAGNETISMO	158
TABELA 16 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 2 – TEMA FÍSICA MODERNA	159
TABELA 17 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 3 – TEMA MECÂNICA.....	160
TABELA 18 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 3 – TEMA FÍSICA TÉRMICA E ÓTICA.	161
TABELA 19 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 3 – TEMA ELETROMAGNETISMO	162
TABELA 20 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 4 – TEMA VOL 1	163
TABELA 21 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 4 – TEMA VOL 2	164
TABELA 22 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 4 – TEMA VOL 3	165
TABELA 23 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 5 – TEMA VOL 1	166
TABELA 24 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 5 – TEMA VOL 2	167
TABELA 25 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 5 – TEMA VOL 3	168
TABELA 26 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 6 – TEMA VOL 1	169
TABELA 27 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 6 – TEMA VOL 2	170
TABELA 28 – DISTRIBUIÇÃO DOS CONTEÚDOS LIVRO 6 – TEMA VOL 3	171

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 CULTURA CIENTÍFICA E ENSINO DE CIÊNCIAS	12
1.1 CIÊNCIA E CULTURA.....	12
1.2 A CULTURA CIENTÍFICA E A ESCOLA	16
2 O LIVRO DIDÁTICO E O ENSINO DE CIÊNCIAS	35
2.1 INTRODUÇÃO.....	35
2.2 O LIVRO DIDÁTICO E O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL	36
2.3 O ATUAL ENSINO MÉDIO NO BRASIL.....	48
2.4 O LIVRO DIDÁTICO: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES.....	56
3 OS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA EM FOCO	63
3.1 OS LIVROS ANALISADOS	63
3.2 UMA VISÃO PANORÂMICA DOS LIVROS.....	66
3.3 CONSTRUINDO NOVAS CATEGORIAS ANALÍTICAS: A BUSCA POR UM NOVO OLHAR ..	87
3.4. OS LIVROS DE FÍSICA: UMA PERSPECTIVA ANALÍTICA	99
3.4.1 Aspectos gerais e organização dos conteúdos	99
3.4.2 Dialogicidade.....	105
3.4.3 Protagonismo Discente	118
3.4.4 Dimensão empírica	124
3.4.5. Dimensão histórica.....	129
3.4.6 Relação Ciência e Tecnologia.....	133
4 UMA PROPOSTA DE NOVO OLHAR PARA OS LIVROS DIDÁTICOS.....	135
CONSIDERAÇÕES FINAIS	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	142
APÊNDICES	149

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências na educação básica tem o papel principal de formação de uma cultura científica de modo que o estudante se aproprie do discurso científico e do entendimento das potencialidades e limitações da ciência, a fim de tornar-se um cidadão crítico da sociedade contemporânea.

No contexto educacional os livros didáticos estão inseridos de modo a influenciar na formação científico-cultural do estudante. Assim, a formação de uma cultura científica e o papel dos livros didáticos de Física, serão objetos de discussão deste trabalho. Para iniciar tal discussão, buscamos nas idéias de Freire e Bachelard o aporte teórico. Em Freire encontramos a sinalização pedagógica do processo de ensino-aprendizagem, indicando-nos a necessidade de que os indivíduos situem-se enquanto sujeitos do processo educativo, rompendo a barreira da mera transmissão do conhecimento e inaugurando a co-operação como compartilhamento da busca pelo saber. Bachelard nos proporcionou uma reflexão mais especificamente epistemológica do processo de construção do conhecimento científico, chamando-nos a atenção para o fato de que “*rupturas*” precisam ser feitas e “*obstáculos epistemológicos*” precisam ser enfrentados se desejamos a emergência do espírito científico no estudante.

Ao tratar da ciência e do seu ensino, tendo os livros didáticos como recurso instrumental, consideramos importante fazer resgate histórico da implantação do ensino no Brasil, tendo como foco o ensino de Física, e de que modo os livros didáticos de ciência estavam inseridos nesse contexto. Para isso destacamos alguns acontecimentos no período de 1549 até os dias atuais, a fim de investigar o tratamento dado às ciências nos livros didáticos.

Tendo a fundamentação teórica e acontecimentos históricos como “pano de fundo”, começamos uma análise dos livros didáticos de Física aprovados no Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), programa do governo federal que prevê a distribuição gratuita desses livros para estudantes do ensino médio da escola pública. O primeiro olhar foi panorâmico, observando alguns elementos importantes no processo de formação de uma cultura científica, tais como a presença da história da Física, do tratamento dado à experimentação, como os autores apresentam o livro tanto para professores quanto para estudantes, e outros mais. Após essa visão panorâmica foram elaborados alguns critérios com o objetivo de lançar um olhar mais crítico sobre o tratamento dado à Física no livro didático.

A partir da análise dos livros é possível dizer que estes fragilizam o processo de construção do conhecimento em Física, não estimulando a autonomia do estudante na busca pelo conhecimento, fragmentando a ciência e, portanto, o processo de formação de uma cultura científica.

O objetivo do trabalho é identificar a presença (ou não) de elementos importantes para a formação científico-cultural do aluno do ensino médio no livro didático de Física. Assim a análise dos livros didáticos de Física aprovados no PNLEM (Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio) foi uma análise qualitativa, sem aferição de valor.

Com a finalidade de chamar a atenção dos professores de Física, para que estes também lancem um “novo olhar”, mais crítico e perscrutador, sobre os livros didáticos, concluímos o trabalho com a sugestão de um conjunto de categorias de análise, utilizadas no trabalho, a fim de que os professores a usem como ferramenta de análise dos livros didáticos de Física.

CAPÍTULO 1

CULTURA CIENTÍFICA E ENSINO DE CIÊNCIAS

1.1 Ciência e Cultura

Ao longo da sua história, o homem sempre buscou conhecer e explorar a natureza, o que, de certa forma significava conhecer e explorar os “mistérios” da vida.

De acordo com Japiassu (2005), no anseio desse conhecimento, os primeiros filósofos gregos iniciaram a prática da discussão racional, com o objetivo de encontrar a mais válida explicação possível e a mais adequada teoria. As primeiras explicações eram impregnadas de conceitos religiosos e de mitos, o que mais tarde deu lugar à filosofia e, posteriormente à ciência, que se desenvolveu influenciando uma ampla diversidade de práticas e valores que caracterizam a sociedade humana.

No sentido antropológico do termo, a cultura pode ser compreendida como “a totalidade dos conhecimentos, das crenças, das artes, dos valores, leis, costumes e de todas as outras capacidades e hábitos adquiridos pelo homem enquanto membro da sociedade” (E.B. Tylor, apud JAPIASSU, 2005, p.199).

Nessa perspectiva, o entrelaçamento entre ciência e cultura resultou em fortes influências mútuas. É no interior da cultura, assim entendida, que podemos situar a chamada “**cultura científica**”, definida por Japiassu como “o conjunto dos conhecimentos, idéias e representações dizendo respeito à prática científica e constituindo para cada um de nós, em graus diversos, o panorama mesmo de nosso pensamento moderno”. (JAPIASSU, 2005, p. 201).

Como designação da cada vez mais ampla e difundida presença da ciência no mundo contemporâneo, a “*cultura científica*” surge como ingrediente essencial na formação da cidadania e, portanto, no enfrentamento de um mundo cada vez mais permeado de objetos tecnocientíficos. Privar-se dessa cultura é, seguindo ainda o pensamento de Japiassu, encontrar-se vivendo na ignorância de seu próprio meio. (JAPIASSU, 2005, p. 202). Apropriar-se dela significa mobilizar certos valores e referenciais no equacionamento do mundo do qual somos parte. O homem de cultura, afirma Japiassu, “é alguém que sabe situar-se relativamente ao universo e aos outros homens” (JAPIASSU, 2005, p. 197).

Também aqui, uma concepção de cultura é esboçada, entendida agora como: “a posse ou apropriação dos conhecimentos e dos vários saberes práticos suscetíveis de fundar um mínimo de domínio pessoal sobre nosso meio ambiente e de controle sobre a atividade daqueles cuja competência se revela indispensável”. (JAPIASSU, 2005, p. 202)

Se por um lado o desenvolvimento científico ocorre no interior mesmo do que poderíamos chamar “humanidade”, e nesse sentido ele se situa como um processo cultural por excelência, por outro, não é difícil perceber a enorme dificuldade do reconhecimento da ciência enquanto cultura no seio da nossa sociedade.

A famosa conferência “As Duas Culturas”, proferida em Cambridge por C.P. Snow em 1959, tornou-se um marco na reflexão sobre as diferenças que supostamente separariam uma cultura voltada para a ciência e àquela outra, chamada de humanística, mais diretamente voltada para as artes. Essa suposta dicotomia apontada por Snow e geralmente adotada pela sociedade, tem conseqüências educacionais e sociais muito grandes.

Snow, que era um homem que transitava tanto pelas ciências, quanto pelas artes, argumentou que essa divisão provocava um empobrecimento entre os intelectuais, pois,

Os dois grupos, comparáveis em inteligência, idênticos em raça, não muito distantes em origem social, que recebiam quase os mesmos salários, mas que haviam cessado quase totalmente de se comunicar entre si e que, na esfera intelectual, moral e psicológica, tinham tão pouca coisa em comum[...] (SNOW, 1995, p. 18-19).

A percepção de ciência como cultura, proferida por Snow em sua palestra, chocou a comunidade de sua época, mas trouxe uma nova perspectiva para a ciência. Segundo Knight (2004),

Diante da discriminação do que é e do que não é ciência, os historiadores espectadores começaram a tratar a ciência como uma atividade humana entre outras tantas, com facetas intelectuais, práticas e sociais, e não mais como uma cruzada pela verdade contra vários infiéis (p.151).

Durante os últimos anos as relações entre ciência e cultura têm sido alvo de preocupações internacionais, com o surgimento de movimentos em diversos países: “alfabetização científica” nos Estados Unidos, “compreensão pública da ciência” na Inglaterra, “cultura científica” na França. E ainda tem envolvido cientistas, professores, autores, radiofusesores, curadores de museus e monitores de centros de ciência, com o objetivo de oferecer ao público geral um melhor acesso à ciência (DURANT, 2005, p.14).

Em sua tese de doutorado, sob o título “Física Também é Cultura”, João Zanetic (1989) discute com propriedade a inserção da física como elemento cultural, como instrumento de mudança cultural. Nesse sentido, para a compreensão do papel cultural da ciência é importante entender a relação ciência-sociedade, a relação da ciência com aspectos econômicos, religiosos, sociais, etc.

Carlos Vogt (2003) considera a expressão cultura científica a mais adequada para explicar o fenômeno da divulgação científica e inserção de temas da ciência e

da tecnologia, no cotidiano da sociedade. Termo considerado por ele mais adequado que alfabetização científica, ou ainda, popularização/vulgarização da ciência, ou ainda compreensão pública da ciência, pois engloba o significado desses termos e a idéia de que

O processo que envolve o desenvolvimento científico é um processo cultural, quer seja ele considerado do ponto de vista de sua produção, de sua difusão entre pares ou na dinâmica social do ensino e da educação, ou ainda do ponto de vista de sua divulgação na sociedade, como um todo, para o estabelecimento das relações críticas necessárias entre o cidadão e os valores culturais, de seu tempo e de sua história. (VOGT, 2003).

Vogt ainda argumenta que a expressão cultura científica possui certa complexidade semântica, que implica em pelo menos três possibilidades de sentido: cultura pela ciência, cultura da ciência, cultura para a ciência.

A cultura pela ciência é a cultura por meio da ciência e a favor da ciência. A cultura para ciência é aquela voltada para a produção da ciência e para a socialização da ciência. A cultura da ciência seria aquela gerada pela ciência ou ainda, a cultura própria da ciência.

Para Durant (2005) a cultura científica vai além da ciência como conhecimento e da ciência como um processo idealizado, é preciso ser levado em conta a prática social.

Sob o ponto de vista da ciência como conhecimento, a idéia central é de que os conteúdos científicos são a chave para a compreensão da ciência, assim, as pessoas devem saber muito sobre ciência. Esta é uma visão dominante do mundo da educação formal, na qual os currículos estão voltados para os frutos da pesquisa científica: teorias e leis, modelos e mecanismos.

Sob o ponto de vista da ciência como processo, a idéia é entender os procedimentos mentais e manuais que produzem o conhecimento científico, que coletivamente é chamado de método científico.

A prática social é mais abrangente que as duas outras abordagens, pois a ciência é vista como uma atividade humana, e a produção de conhecimento não está restrita a um indivíduo, mas se estende por uma rede de colegas, concorrentes e críticos.

No processo de produção do conhecimento científico estão envolvidos, no mínimo:

Um conjunto de conhecimentos existentes: um cientista treinado profissionalmente que identificou um “problema” ou uma outra oportunidade adequada para contribuir para esse *corpus*; a condução bem-sucedida de um trabalho novo; a descrição por extenso do trabalho, de acordo com convenções rigorosas; o julgamento (e possível rejeição ou modificação) do trabalho; a publicação do trabalho; o exame crítico do trabalho por um número indefinido de outros colegas profissionais; finalmente (com sorte), a entrada do trabalho no *corpus* de conhecimento existente. (DURANT, 2005, p.22).

Essa relação entre conhecimento e cultura e todo o sistema social de produção do conhecimento científico precisa ser percebido pelo público como condição da formação de uma cultura científica.

1.2 A Cultura Científica e a Escola

Mas não podemos esquecer que “adquirimos cultura pela aprendizagem, não por herança” (JAPIASSU, 2005, p. 197). Considerando a existência de diferentes espaços para a aprendizagem, a escola surge aqui como o ambiente natural e privilegiado para a aprendizagem do conhecimento sistematizado.

Como agente de definição e articulação do que aprender e ensinar, nela a formação de uma cultura científica se constitui enquanto desafio. Nesse sentido, faz-se necessário ampliar a nossa compreensão acerca dos mecanismos de formação dessa cultura científica no ambiente escolar, através de uma análise de caráter epistemológico acerca da construção do conhecimento e seus diferentes aspectos e

seus conseqüentes reflexos em nossa prática pedagógica. Em concordância com o pensamento de Leodoro, reconhecemos que

A educação científica necessita conclamar o pensamento dos educandos para a admiração do mundo e, desse modo, fazer da educação uma cultura científica que não é apenas vulgarização do conhecimento científico, mas também exercício crítico sobre a própria ciência e compreensão dos processos de articulação e desagregação do pensamento engendrados no processo histórico de elaboração do saber científico. (LEODORO, 2005, p.19)

O que nos interessa aqui é um ensino de ciências que adote como fundamento o aprendizado da ciência numa perspectiva de compreensão das suas potencialidades e limitações. Trata-se, portanto, da formação de uma cultura científica que não seja voltada para uma mera adesão inconsciente à ciência, mas um exercício crítico da mesma como leitura do mundo, o que significa a organização do trabalho pedagógico como um processo contínuo de problematização.

Essa perspectiva teórica de conceber o processo educativo encontra referência na concepção dialógica e libertadora da educação de Paulo Freire, ponto de partida da nossa compreensão deste processo. Aliada à uma perspectiva de caráter mais propriamente epistemológico, referenciada aqui na epistemologia histórico-crítica de Gaston Bachelard, pretende-se uma compreensão articulada do processo de formação de uma cultura científica na escola.

Paulo Freire, educador brasileiro de renome internacional, representa um marco na pedagogia nacional e internacional. A sua proposta pedagógica, elaborada a partir da sua experiência na educação de adultos e na luta pela superação das desigualdades sociais, proporciona-nos elementos para uma compreensão mais ampla do processo educativo.

Em sua obra “Extensão ou Comunicação?”¹ Freire discute o termo extensão em oposição ao termo comunicação, conduzindo-nos a uma reflexão sobre a natureza dialógica da educação. O autor trata o problema da comunicação entre o técnico agrícola e o camponês, enfatizando o papel da educação que é humanizar o homem e a ação do educador que deve ser a comunicação/dialogicidade como meio de atingir o homem. Freire também analisa o termo extensão, no contexto da atividade do agrônomo, relacionando-o ao conceito de invasão cultural, em oposição ao de extensão.

O termo extensão significa estender algo a alguém. No contexto educacional, seria estender o conhecimento daquele que “*achando-se saber mais*” (no caso, o professor técnico agrícola) para aquele que “*pensa saber menos, ou nada saber*” (o aluno camponês). Uma atitude que nega a formação e a constituição do conhecimento. Uma atitude que nega a ação educativa de caráter libertador.

O que assinala o caráter libertador da educação é o *diálogo* educador-educando, ou a *comunicação*. Para que haja comunicação eficiente, os signos lingüísticos devem pertencer ao universo comum dos interlocutores, ou seja, “a expressão verbal de um dos sujeitos tem que ser percebida dentro de um quadro significativo comum ao outro sujeito”. (FREIRE, 1971, p.67).

Nesse sentido, é importante o estabelecimento de uma linguagem comum entre educador e educando. A linguagem do professor, mesmo usando termos técnicos, precisa ser entendida pelos alunos para haver diálogo, daí a importância da apropriação, por parte dos alunos, da linguagem científica que será usada em aulas de física.

¹ A obra “Extensão ou Comunicação?”, editora Paz e Terra, 1971, discute a relação entre técnico agrícola e camponês. Esta obra é resultado da experiência educacional de Freire no Chile, na década de 60 do século XX no período de reforma agrária.

Em sala de aula, podemos observar que um dos problemas do ensino de ciências é exatamente o estabelecimento de uma linguagem comum entre professor e aluno. A linguagem técnica usada pelo professor, quando não é entendida pelo aluno, cria uma grande distância entre a expressão significativa do professor e a percepção dos alunos em torno do significado dos temas abordados. Daí, Freire defender que o diálogo seja problematizador, pois este diminui a distância entre professor e aluno. Tal atitude implica em respeito ao processo de conhecimento.

O ato de ensinar e de aprender, dimensões do processo de conhecimento, fazem parte da prática educativa (LARANJEIRAS, 1994, p.13). O ato de conhecer em Freire é fundamentado na relação homem/mundo, relações constitutivas do conhecimento humano, no qual primeiro age sobre o segundo, transformando-o e é marcado pelos resultados de sua própria ação. Através dessa relação, desse diálogo com o mundo, os homens foram, aos poucos, construindo o saber.

Nessa perspectiva dialógica, Freire considera:

O conhecimento exige a presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante. Implica em invenção e em reinvenção. Reclama a reflexão crítica de cada um sobre o ato mesmo de conhecer, pelo qual se reconhece conhecendo e, ao reconhecer-se assim, percebe o 'como' de seu conhecer e os condicionamentos a que está submetido seu ato. Conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos. E é como sujeito e somente enquanto sujeito, que o homem pode realmente conhecer. (FREIRE, 1971, p.27).

Essa perspectiva atribui ao homem o papel de agente do conhecimento, sujeito ativo que através da problematização do conhecimento e da sua relação com a realidade concreta, procura compreender melhor essa realidade, explicá-la e transformá-la.

Desconhecer a confrontação com o mundo implica em um modo estático de entender o conhecimento, implica em uma compreensão ingênua do conhecimento

humano. “O conhecimento se constitui nas relações homem-mundo, relações de transformação, e se aperfeiçoa na problematização crítica destas relações” (FREIRE, 1971, p. 36).

Dessa forma, o desafio que está colocado a partir da aquisição de uma cultura científica é o da transformação, da problematização e da análise crítica das informações adquiridas.

A escola é um local onde as relações homem/mundo devem ser colocadas em debate, como alvo de discussão e reflexão. Sob esse aspecto, o ensino de ciências ganha sentido, pois problematiza o mundo: discute questões que aparecem no dia-a-dia na área da saúde, área de desenvolvimento científico e tecnológico e outras mais.

Podemos tomar como exemplo um assunto que tem sido divulgado na mídia nos últimos tempos: o *aquecimento global*. Que questões esse tema coloca para o ensino de ciências? Como o ensino de ciências tem sido usado para problematização dessa temática? Será que o aprendizado em ciências permitiu uma consciência maior na ação do mundo ou continuamos agindo da mesma forma? O mundo tem sido transformado?

A relação do conhecimento com a realidade e a sua devida problematização, capacita o aluno a ser um agente do conhecimento capaz de transformar a realidade em que vive.

Outro aspecto a ser considerado é o conhecimento como um processo de transformação. O homem é um ser de relações num mundo de relações, de tal forma que essas relações podem ser em níveis diferentes, condicionadas pela realidade concreta e cultural em que ele se encontra. Freire (1971) considerou os seguintes níveis: “doxa”, “magia” e “logos”. A doxa constitui o domínio da mera opinião, um

campo em que os fatos, os fenômenos naturais, a presença das coisas são captadas pelos homens, mas não desveladas as suas inter-relações. Na magia a percepção da presença de um fato está incluída na percepção de suas relações com outros; é só uma percepção. O logos é o “verdadeiro” saber, aquele em que o homem é capaz de distanciar-se dos fatos e procurando desvendá-los nas suas inter-relações.

Mesmo considerando níveis diferentes de relações homem/mundo, não existe absolutização do saber nem da ignorância, pois ninguém sabe tudo, assim como ninguém ignora tudo. “O saber começa com a consciência do saber pouco. É sabendo que sabe pouco que uma pessoa se prepara para saber mais” (FREIRE, 1971, p.47). Dessa forma existe uma constante procura, onde o saber faz e refaz, ou ainda, um processo de transformação do conhecimento.

A sala de aula é um ambiente propício para a transformação do conhecimento. O professor, através do diálogo, problematiza o conhecimento do aluno, a sua percepção do mundo, a cultura adquirida em seu ambiente social. A partir da problematização, é possível levar o aluno a um processo dialógico com o mundo e consigo mesmo, elaborando e transformando o seu pensamento.

O conhecimento científico, na perspectiva de Freire, tem sua origem em uma problematização: “na verdade, nenhum pensador, como nenhum cientista, elaborou seu pensamento ou sistematizou seu saber científico sem ter sido problematizado, desafiado” (FREIRE, 1971, p. 54). E para a apreensão deste conhecimento é imprescindível a problematização do próprio saber, é nesse sentido que o saber científico problematiza o saber popular, revelando um novo conteúdo, um novo significado, uma nova forma de perceber os fatos e de relacioná-los com outros. A partir da tomada de consciência da realidade na qual o homem está inserido é que

acontece uma ação transformadora desta realidade, provocando uma superação do conhecimento. Mas essa situação acontece através da problematização do homem-mundo ou do homem em suas relações com o mundo e com os homens.

No sentido educacional Freire defende uma educação libertadora, na qual a preocupação básica deve ser o “aprofundamento da tomada de consciência que se opera nos homens enquanto agem, enquanto trabalham” (FREIRE, 1971, p. 76). A tomada de consciência é resultado de uma defrontação com o mundo, com a realidade, implicando em uma nova percepção de mundo, em um novo conhecimento.

“A educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados” (FREIRE, 1971, p. 69). Este diálogo em torno do conhecimento proporciona conscientização. Por isso, Freire afirma que a educação não é neutra assim como o educador também não é neutro, tem suas opções. O que não pode ocorrer é a imposição das opções do educador, pois desta forma ele estará manipulando, domesticando o educando.

Uma educação que tem como pressuposto a problematização das relações homem – mundo, mediadas pelo conteúdo, obterá como resultado homens sujeitos do conhecimento, homens que tomam o conhecimento da forma como estavam conhecendo, e assim reconhecem a necessidade de conhecer melhor.

Os alunos ao chegarem à escola trazem conceitos próprios para as coisas que observam e modelos para explicar a sua realidade vivida. Nessas circunstâncias, é importante o estabelecimento de um diálogo pedagógico, de modo a confrontar as visões e opiniões dos alunos; esse embate de visões poderá resultar num processo de transição da visão intuitiva para a visão de caráter científico.

Dessa forma, o ensino de ciências, mediado pelo conteúdo, pode ser conduzido de modo a tornar o aluno protagonista do processo educacional, estimulando a participação e responsabilidade social desse aluno e discutindo ações em seu meio vivencial.

O conhecimento na perspectiva de Freire encontra ressonância na epistemologia de Bachelard, pois compartilham o pressuposto de que a ocorrência do conhecimento é fruto da interação não neutra entre sujeito-objeto.

Gaston Bachelard, filósofo e epistemólogo de origem francesa, segundo Alice Lopes (1996), foi um filósofo múltiplo, com pluralidade de idéias filosóficas e com vivacidade de pensamento que resistem às classificações e aos rótulos. Publicou trabalhos no campo da ciência e da epistemologia e no campo da poética. Construiu uma epistemologia histórica, cuja perspectiva é a ciência como “um objeto construído socialmente, cujos critérios de cientificidade são coletivos e setoriais às diferentes ciências” (LOPES, 1996, p.251). Também se dedicou a temas educacionais, talvez um reflexo da sua atuação como professor na área do ensino de ciências.

Em sua obra “A Formação do Espírito Científico” Bachelard analisa o processo de construção do conhecimento científico. Para ele a história do pensamento científico é caracterizada por erros retificados, frutos da resistência em abandonar velhas idéias e aceitar novas, promovendo lentidões e conflitos que representam obstáculos à aquisição do conhecimento científico. Esses obstáculos surgem como causa de “estagnações”, “regressões” e “inércias” ao pensamento, contra as quais será preciso lutar. Nas palavras de Bachelard:

[...] é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos.

É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996, p.17).

No próprio ato de conhecer aparecem conflitos e estagnações. Às causas de estagnação e até de regressão, Bachelard chama de *obstáculo epistemológico*.

Para Bachelard “o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização” (BACHELARD, 1996, 17). Como sempre conhecemos em oposição a um conhecimento já obtido, e estamos corrigindo os erros da experiência comum e construindo a experiência científica, logo, surge a necessidade de vencer os obstáculos epistemológicos.

Todos os conhecimentos habituais são impossíveis de serem anulados diante de um novo conhecimento. Nesse sentido, Bachelard diz “quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade de seus preconceitos. Aceder à ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado” (BACHELARD, 1996 p. 18).

Bachelard ainda afirma que “não se pode basear nada na opinião: antes de tudo, é preciso destruí-la” (BACHELARD, 1996 p.18), pois se constitui em um obstáculo a ser transposto. O espírito científico não admite opiniões, mas sim a formulação de problemas, pois “todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico.” (BACHELARD, 1996, p.18). Por isso, a opinião está sempre errada, e a ciência não pode legitimá-la, “a ciência, tanto por sua necessidade de coroamento como por princípio, opõe-se absolutamente à opinião” (BACHELARD, 1996, p.18).

A presença de obstáculos epistemológicos promove questionamentos com relação a conceitos firmados, uma resistência psicológica em abandonar concepções.

Segundo Lopes (1996, p.252), uma das contribuições fundamentais da epistemologia de Bachelard é a primazia conferida ao erro, à retificação, ao invés da verdade na construção do conhecimento. Dessa forma o conhecimento científico só se constrói através da retificação dos erros, e estes passam a assumir uma função positiva na gênese do saber. A verdade é entendida numa dimensão de veracidade, de capacidade de gerar credibilidade e confiança. Assim as verdades são provisórias. A ciência não reproduz uma verdade, ela organiza critérios de análise da veracidade de um conhecimento. Não existem verdades absolutas na ciência, existem verdades transitórias.

A idéia de conhecimento como processo confronta a idéia de conhecimento a partir de fatos, como defendiam algumas linhas de pensamento filosófico (empirismo, positivismo, cartesianismo).

Associado à concepção bachelardiana de conhecimento, é introduzida a noção de *ruptura*. Esse termo indica uma descontinuidade entre o conhecimento científico e o conhecimento comum, e também aparece no processo de desenvolvimento do conhecimento científico para caracterizar a passagem de um ciclo evolutivo para outro.

Enquanto algumas linhas de pensamento filosófico consideram o conhecimento científico uma continuidade do conhecimento comum, Bachelard propõe que o conhecimento científico se opõe ao conhecimento comum:

Eis, portanto, a tese filosófica que vamos sustentar: o espírito científico deve formar-se *contra* a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza, contra o arrebatamento natural, contra o fato colorido e corriqueiro. (BACHELARD, 1996, p. 29).

O conhecimento comum é fundamentado nas primeiras impressões, sendo contraditório ao conhecimento científico. O conhecimento comum lida com o mundo repleto de fenômenos; o conhecimento científico lida com um mundo construído por um processo teórico e instrumental. É nesse sentido que o conhecimento comum passa a ser um obstáculo epistemológico ao conhecimento científico.

Na epistemologia bachelardiana, portanto, os conceitos de “*ruptura*” e “*obstáculo epistemológico*” são a base para a discussão do processo de construção do conhecimento científico e também, podemos acrescentar, das dificuldades que cercam o aprendizado da ciência. Não sobra dizer que se queremos pensar o processo de formação de uma cultura científica na escola essas categorias bachelardianas serão fundamentais.

Os obstáculos epistemológicos surgem como elementos do processo de conhecimento, e podem ser estudados no desenvolvimento do pensamento científico e na prática da educação. Com relação a ultima, Bachelard observa:

Na educação, a noção de obstáculo pedagógico também é desconhecida. Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. [...] Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1996, p. 23).

Bachelard expõe sua preocupação com a prática educacional, ressaltando a necessidade dos professores conhecerem as concepções prévias dos alunos (conhecimentos adquiridos antes do processo de ensino), pois tais conhecimentos se apresentam como obstáculos a serem superados. O professor que investiga o conhecimento existente e procura explorar as limitações e contradições deste

conhecimento, adquire condições mais propícias para mudar o conhecimento comum e promover a apreensão do conhecimento científico.

Nesse aspecto, a epistemologia de Bachelard se aproxima da gnosiologia de Freire, pois na perspectiva freiriana o saber popular precisa ser entendido e levado em consideração para que haja uma transposição do conhecimento comum para o conhecimento científico. Na perspectiva bachelardiana o saber popular é um obstáculo para o saber científico. Para haver uma superação do obstáculo, é necessário uma ruptura.

No sentido educacional essa ruptura ocorre através do diálogo professor-aluno, no qual o professor usa questionamentos, problematiza o conhecimento pré-existente de forma a colocar em evidência as limitações e contradições existentes neste conhecimento. Tal dinâmica teria como resultado uma ruptura, uma apropriação do conhecimento científico. O processo de ruptura ocorre através do diálogo, da problematização, através de questionamentos.

As idéias de Freire e Bachelard fundamentaram, portanto, as dimensões pedagógica e epistemológica da nossa compreensão da formação de uma cultura científica na escola. No sentido de ampliar nossa compreensão acerca dos mecanismos de formação dessa cultura científica, ainda continuaremos uma reflexão acerca dos objetivos do próprio ensino de ciências.

A idéia de ciência como cultura tem sido disseminada, e também incorporada em propostas educacionais. Zanetic, em palestra proferida no Encontro Nacional de Ensino de Física, realizado em Natal (Rio Grande do Norte) em Julho de 2001, afirma: “é minha convicção de que a Física deve participar da formação cultural do cidadão contemporâneo, independente das eventuais diferenças de interesses

individuais e das mais variadas motivações acadêmicas e/ou profissionais” (ZANETIC, 2006).

Santos (2004b) também destaca a importância da formação de uma cultura científica tendo como referência a educação sobre ciência e a educação pela ciência, pois as pessoas precisam saber sobre a ciência para que possam comportar responsabilmente numa sociedade tecnológica, e exercer a sua cidadania.

Como deveria ser o ensino de ciências? E o ensino da Física no ensino médio?

O ensino de Física deveria ser apresentado como parte da cultura científica e, segundo Zanetic (1989, p.21-24), abordar os seguintes aspectos:

- Dar aos alunos o domínio de conceitos e das ferramentas matemáticas necessárias para a resolução de problemas e aplicação na vida cotidiana.
- Mostrar que os conceitos aprendidos foram elaborados a partir de experimentos e também de experiências de pensamento. Não foram somente os experimentos que deram origem às teorias, mas também as teorias deram origem a experimentos.
- O desenvolvimento da Física faz parte de um contexto histórico-social. Os cientistas eram (e são) homens, integrados numa sociedade, são influenciados e influenciam o meio em que vivem. Eles acertam e também cometem erros, enfim, são marcados pela cultura da época em que vivem.
- A Física escolar deve aproximar-se da vida cotidiana, do mundo tecnológico em que vivemos. Tornando os alunos cidadão críticos, e atuantes na sociedade em que vivem, saibam se posicionar diante dos discursos de especialistas.

Pietrocola (2005) considera que a Física como conhecimento só poderá ser integrada ao patrimônio intelectual dos indivíduos quando for percebida em ligação

com o mundo que o cerca. Cabe à escola mostrar as possibilidades oferecidas pela Física e pelas ciências em geral como forma de construção de realidades sobre o mundo que nos cerca.

Ele também faz críticas ao ensino que se limita a preparar os alunos para a realização de provas, sejam na própria escola ou nos vestibulares, com o objetivo de “passar de ano” ou ingressar no ensino superior. Também critica livros didáticos que fazem referências a situações reais somente como objetos motivacionais.

Cachapuz [et al] (2005) discutem o ensino de ciências mostrando que a análise de diversos estudos sobre esse tema tem indicado uma “preocupante distância entre as expectativas postas na contribuição da educação científica na formação de cidadãos conscientes das repercussões sociais da ciência [...] e a realidade de uma ampla recusa da ciência e da sua aprendizagem”. (CACHAPUZ et al, 2005, p.38).

Nessa análise uma das justificativas para o fracasso e recusa à ciência por parte de um grande número de estudante é a visão deformada da ciência e da atividade científica. A partir de análise de bibliografia publicada e de pesquisa com um grupo de docentes, os autores concluem que o ensino de ciências não tem apresentado de maneira adequada, a natureza da ciência. Uma imagem reducionista, distorcida e ingênua da construção dos conhecimentos científicos tem sido reforçados por ação ou omissão.

De acordo com os mesmos autores, na obra citada, o ensino de ciências tem apresentado a natureza da ciência com algumas visões deformadas, sendo:

1. Visão descontextualizada – ignora-se as dimensões essenciais da atividade científica e tecnológica como o impacto no meio natural e social, ou os interesses e influências da sociedade no seu desenvolvimento.
2. Concepção individualista e elitista – os conhecimentos científicos aparecem como obra de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo, dos intercâmbios ente equipes.
3. Concepção empiro-inductivista e atórica – concepção que defende o papel da observação e da experimentação “neutra”, esquecendo o papel

essencial das hipóteses como focalizadoras da investigação e dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo.

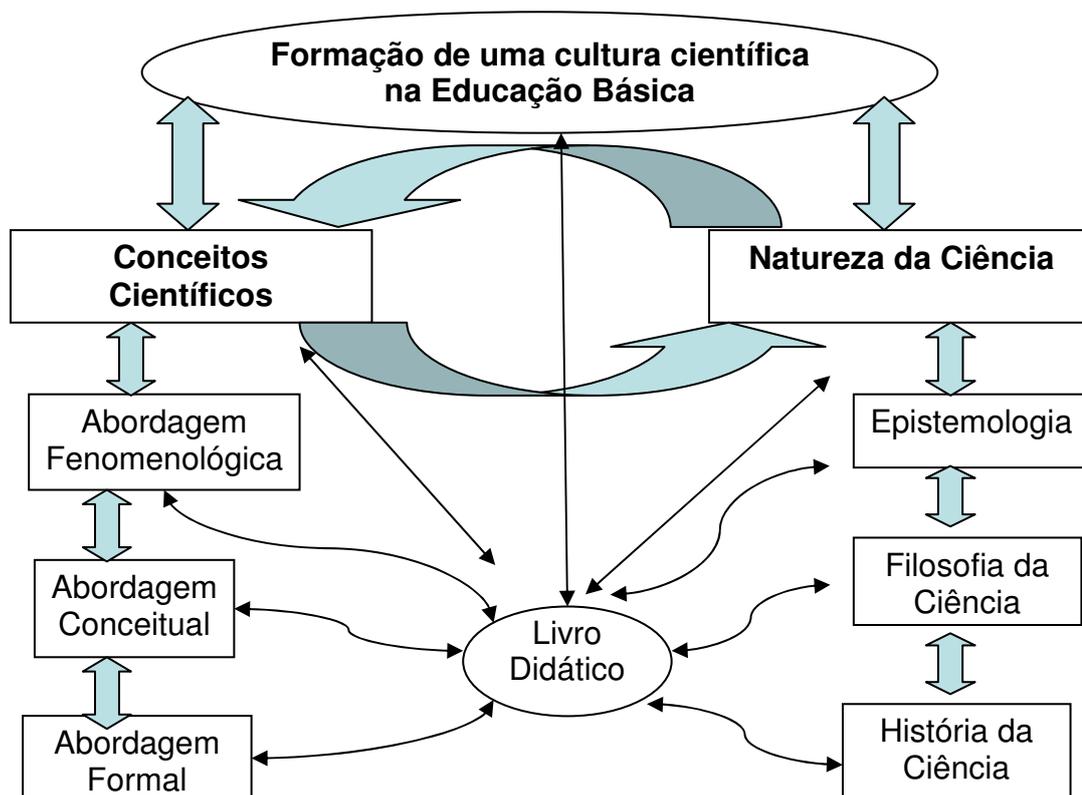
4. Visão rígida, algorítmica, infalível – refere-se ao “método científico” como uma seqüência de etapas definidas, em que as “observações” e as “experiências rigorosas” desempenham um papel destacado contribuindo à “exatidão e objetividade” dos resultados obtidos.
5. Visão apromblemática e ahistórica – ignora quais foram os problemas que se pretendiam resolver, qual tem sido a evolução de ditos conhecimentos, as dificuldades encontradas etc., e mais ainda, a não ter em conta as limitações do conhecimento científico atual ou as perspectivas abertas.
6. Visão exclusivamente analítica – está associada a uma incorreta apreciação do papel da análise no processo científico.
7. Visão acumulativa, de crescimento lineal – consiste em apresentar o desenvolvimento científico como fruto de um crescimento lineal, puramente acumulativo, ignorando as crises e as remodelações profundas, fruto de processos complexos que não se deixam ajustar por nenhum modelo definido de desenvolvimento científico. (p.39-53).

Essa visão distorcida da ciência precisa ser superada. O ensino de ciências precisa ser voltado para uma formação de uma cultura que propicie ao aluno uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania e preparação para o trabalho. O ensino de física precisa ser voltado para capacitar o aluno a interpretar fatos, fenômenos e processos naturais, situando o homem como parte da natureza, compreendendo que ele a influencia e é influenciado por ela. Proporcione uma visão do desenvolvimento científico – as dúvidas, contradições, hesitações, erros e acertos – uma “ciência humana”.

O que nos interessa é um ensino de física que faça uma apropriação da ciência para entender suas potencialidades e limitações. Formar uma cultura científica que não esteja voltada somente à mera adesão à ciência, pois tal atitude pode conduzir à idéia de que a ciência é um conhecimento melhor que os outros, mas, também, um exercício crítico sobre a própria ciência, vinculando-a a um contexto social e histórico, a um produto humano, a uma ação coletiva e social.

Consideramos o termo *cultura científica* mais adequado que alfabetização científica², pois a idéia de cultura incorpora a apropriação do discurso científico, bem como a crítica desse discurso. Uma cultura científica também se diz sobre uma reflexão em torno dos limites desse discurso e vincula a formulação científica a um contexto social, histórico, a um produto humano.

Buscando uma melhor compreensão do processo de formação de uma cultura científica na educação básica, optamos pela utilização de um esquema representativo de alguns elementos e processos que consideramos constitutivos da cultura científica nesse nível de ensino.

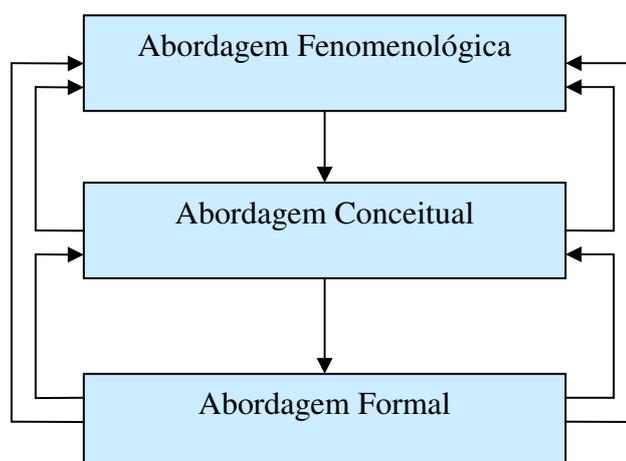


Esquema representativo dos elementos e processos constitutivos de uma Cultura Científica no âmbito do Ensino de Ciências na Educação Básica. Embora inacabado, ele é parte do Núcleo de uma Linha de Pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, coordenada pelo Prof^o. Dr. Cássio C. Laranjeiras.

² Santos (2007) apresenta uma revisão de estudos desenvolvidos no âmbito da educação em ciências, no qual discute concepções que são dadas ao termo alfabetização científica.

Fundamentalmente, a idéia é considerar a formação de uma cultura científica na educação básica a partir de dois aspectos dinamicamente complementares: **Conceitos Científicos** e a **Natureza da Ciência**. Embora representados de maneira isolada com o objetivo de explicitar de maneira mais direta os aspectos considerados, eles devem ser compreendidos como dimensões intrinsecamente relacionadas, complementares. As setas bidirecionais são uma tentativa de mostrar essas interações que permeiam as categorias, reforçando a idéia de dinamismo que o quadro não mostra.

Os conceitos científicos são uma espécie de porta de entrada do processo de aquisição da linguagem mesma da ciência. Intrinsecamente eles incorporam rupturas e superação de obstáculos de natureza epistemológica que são constitutivos da cultura científica. Do ponto de vista pedagógico, numa perspectiva dialógica e libertadora, identificamos uma espécie de “*rota epistemológica*” ao sinalizarmos no diagrama três importantes abordagens, também dinamicamente complementares, que podem nos auxiliar no encaminhamento do processo de ensino-aprendizagem dos conceitos científicos.



Do ponto de vista pedagógico, tomar a *abordagem fenomenológica*³ como ponto de partida da “rota epistemológica” no aprendizado da ciência é construir as bases da formação de uma cultura científica na escola. Neste primeiro momento, eminentemente dialógico, a perspectiva cognoscitiva definidora é a da opinião, da “doxa”, para utilizarmos uma categoria gnosiológica utilizada por Freire. Do ponto de vista de Bachelard seria o momento inaugurador do processo de conhecimento, caracterizado pelo levantamento de questões. A *abordagem conceitual* inaugura o “logos”, em contraposição a “doxa”, permitindo ao sujeito a construção e uso de categorias de análise que permitirão a ampliação do diálogo em seus diferentes níveis, a saber, o diálogo com o mundo e com aqueles que também buscam a sua compreensão. Inaugura-se aqui um processo de mutação cultural, que se aprofunda na abordagem formal, normalmente falsamente identificada pelo rol de “formulismo” tão comuns ao ensino de ciências, particularmente o de Física. Completado o ciclo dessa nova cultura que se busca estabelecer, o que resulta é um novo olhar sobre o mundo.

No outro ramo do nosso diagrama vamos encontrar dimensões que buscam explicitar mais diretamente a natureza da ciência. Embora a epistemologia esteja intimamente relacionada com a filosofia e a história da ciência, ela foi mencionada em separado com o sentido de indicar uma teoria do conhecimento numa perspectiva de reflexão crítica à própria ciência. A filosofia da ciência aborda os fundamentos da construção da ciência, suas proposições, validades, argumentos e implicações dos métodos científicos. A história da ciência explicita o contexto em que desenvolve a ciência. Essas categorias estão inter-relacionadas, são dinâmicas.

³ Abordagem fenomenológica traduz aqui, o contato do indivíduo com o mundo dos fenômenos incorporando evidentemente a leitura que se faz daqueles, buscando a construção de teorias e modelos no campo da observação empírica.

Entendemos que a formação de uma cultura científica no ensino médio não pode prescindir de uma abordagem explícita desses diferentes e complementares aspectos. Não se trata, é importante ressaltar, de valorizar esses elementos como instrumentos de motivação ou de facilitação da aprendizagem, mas de compreendê-los enquanto dimensões constitutivas da própria ciência e, portanto, imprescindíveis ao trabalho didático-pedagógico com a mesma.

Nesse sentido, importa considerar e, de alguma forma aferir, o papel do livro didático neste processo.

CAPÍTULO 2

O LIVRO DIDÁTICO E O ENSINO DE CIÊNCIAS

2.1 Introdução

Aprendemos em diversos ambientes, mas é a escola o ambiente reconhecido pela sociedade para aprendizagem do conhecimento sistematizado.

A escola é o espaço e agente de definição e articulação do que aprender e ensinar. E para facilitar o processo de ensino-aprendizagem, o livro didático é usado como material de apoio.

Para falar da formação de uma cultura científica no ensino médio, buscando compreender aqui o papel do livro didático, consideramos importante fazer um resgate histórico da implantação e desenvolvimento do ensino no Brasil, em especial do ensino de Física, e como os livros didáticos se inseriram nesse contexto.

O ensino de ciências está vinculado ao contexto geral do sistema educacional brasileiro. Dessa forma, o livro didático não pode ser visto desvinculado deste contexto, assim como também não pode ser visto desvinculado de um contexto mais amplo que envolve a sociedade brasileira: o Estado, o mercado e a indústria cultural (FREITAG et al, 1997, p.127).

Nenhum texto didático, incluindo o livro, é neutro. Ele é influenciado por fatores externos e reflete de modo explícito, ou implícito, determinadas orientações. No ensino de ciências, essas orientações espelham diferentes visões da função do ensino em geral, ou de disciplinas isoladas, como é o caso da Física (MOREIRA e AXT, 1986. p.34).

Dessa forma, o livro didático sofre a interação de muitos agentes, em nosso estudo nos restringiremos a apresentar a interação entre livro didático e ensino de ciências.

2.2 O Livro Didático e o Ensino de Física no Brasil

Fazer uma retrospectiva histórica dos acontecimentos e fatores relacionados ao ensino de Física no Brasil nos possibilita fazer uma análise crítica dos condicionantes da educação e do livro didático inserido nesse contexto.

Tomando como referência o estudo de Almeida Júnior (1979 e 1980) e o estudo de Barra e Lorenz (1986), iremos destacar alguns acontecimentos relacionados ao ensino de ciências e a condição do livro didático, a fim de investigar os condicionantes da educação e os seus reflexos na nossa sociedade.

A primeira escola brasileira foi fundada na Bahia em 1549, com o objetivo de alfabetizar e doutrinar alguns seminaristas e os filhos da nobreza do Reino. Por mais de duzentos anos, a educação ficou sob a responsabilidade exclusiva dos jesuítas, tendo como foco o ensino de Humanidades, e totalmente fechada ao estudo das ciências experimentais. Segundo a descrição de Almeida Júnior:

A instrução se caracterizava pelo ensino da gramática, da retórica e da escolástica, em primeiro plano, e das letras teológicas e jurídicas, no plano superior, com alguns rudimentos de Medicina e sem nenhuma preocupação com as ciências naturais. (ALMEIDA JÚNIOR, 1979, p.46).

Com a expulsão dos jesuítas em 1759, o sistema educacional brasileiro foi destruído, mesmo com os esforços das carmelitas, beneditinos e franciscanos em formar novas escolas. Em 1775, três anos após a reforma da Universidade de Coimbra, fundou-se no Rio de Janeiro a primeira Academia Científica, mas que não conseguiu exercer nenhuma influência no pensamento científico nem contribuir para

a solidificação do ensino da Física. Em 1800, em Pernambuco, fundou-se o Seminário de Olinda que foi um marco de renovação educacional. Mas foi somente em 1808, com a vinda da Família Real e a abertura dos portos é que foram construídas escolas e instituições com o objetivo de aparelhar a colônia para recepcionar a Corte Portuguesa e criar empregos para seus súditos. O rei D. João VI fundou as primeiras escolas de ensino superior, que apresentavam noções de ciências físicas: a Escola de Cirurgia, na Bahia e a Academia Médica Cirúrgica, no Rio de Janeiro. Mas todas essas reformas não foram suficientes para mudanças profundas na mentalidade científica do país.

Após a proclamação da independência, e sob a influência dos ideais da Revolução Francesa, fundou-se, em 1837, o Colégio D. Pedro II, uma instituição de ensino público secundário. Seu regulamento seguia os moldes franceses, introduzindo os estudos simultâneos e seriados, e em seu currículo havia disciplinas científicas. Isto representava um rompimento com a tradição do ensino exclusivamente humanístico. Todavia, as profundas raízes clássicas, o ingresso no ensino superior e problemas políticos, foram empecilhos para o pleno desenvolvimento de um ensino voltado para as ciências.

Em seu trabalho sobre o ensino de Física no Colégio D. Pedro II no período de 1838 até 1925, Sampaio (2004) relata que o estudo das disciplinas Física e Química estava contido na cadeira de Ciências Físicas, permanecendo juntas até 1926. Nesse período os livros adotados eram franceses, mas também é mencionado que por um tempo foi adotado um livro brasileiro, escrito para os alunos do Colégio Pedro II.

Os livros adotados no período de 1838 a 1856 tratavam o conhecimento físico com enfoque conceitual e o conteúdo era apresentado em forma de tabela

conceitual. Em 1858 é adotado um livro brasileiro, de autoria de Saturnino de Meireles, que abordava o conhecimento físico como “conjunto de definições axiomáticas”, sem explicitar o processo de construção desse conhecimento, também não usa linguagem matemática, faz descrições de instrumentos e experimentos e relaciona o conhecimento e suas aplicações. Era um livro atualizado com o conhecimento da época.

Por volta de 1870, o ensino de Física passa por grandes transformações, sendo mais valorizado. O livro de estudo desse período é de autoria do francês Adolphe Ganot, que influenciou não só o ensino brasileiro, mas também o ensino norte-americano e europeu. O conhecimento físico é abordado utilizando linguagem matemática para deduções e apresentações de fórmulas, ocorrem relatos da História da Física, é feita descrição detalhada de experimentos e seus resultados. O conhecimento era atualizado, em sintonia com as descobertas da época.

O estudo de Almeida Júnior (1979 e 1980) nos mostra que o ensino implantado no Brasil, desde a Colônia até os fins do Império, foi predominantemente humanístico, literário, livresco (tanto o ensino médio quanto o ensino superior). E o ensino médio tinha a incumbência de preparar para o ingresso nos cursos superiores. As tentativas de implantação de um estudo mais científico sempre esbarravam em pessoal docente despreparado, falta de material didático apropriado, problemas políticos com repercussão educacional, e resistência às mudanças.

Essas características também prevaleceram no início do período republicano. Todas as reformas do ensino secundário não foram eficientes para a solução dos problemas da organização educacional e a educação científica era uma ilusão, pois era predominantemente teórica e desacompanhada da experimentação. O ensino

superior manteve um caráter exclusivamente profissional e uma mentalidade voltada para a corrida para o diploma.

Em seu estudo sobre a formação do professor de ciências no Brasil, Bizzo (2005), comenta que logo após a Proclamação da República, o cenário educacional brasileiro era de contraste. De um lado, uma enorme massa ignorante e do outro uma elite política altamente educada, sendo a maioria com curso superior, formação na área jurídica (BIZZO, 2005, p.130).

Nesse cenário, o desenvolvimento da ciência no Brasil teve de enfrentar quatro problemas principais:

Os estudos a respeito da fauna e da flora brasileiros eram poucos, em grande medida, dependentes de coleções situadas na Europa, particularmente em Paris. A formação de professores, mesmo obtida no exterior, pouco poderia ajudar o desenvolvimento do ensino no contexto tropical brasileiro. Além disso, a atração gravitacional do Direito conferia molduras teóricas à ciência que a transfiguravam inteiramente, dado que em vez de um ordenamento questionador do raciocínio, ela era apresentada, tal como um código legal, como um rol dogmático de afirmações. [...] a tendência de conferir autonomia cada vez maior às províncias, [...] fazia da educação contexto particularmente favorável, dado que implicava expensas adicionais às finanças de Pedro II. (BIZZO, 2005, p.131).

Nesse contexto, os livros didáticos utilizados, desde a instituição do ensino público no Brasil, com a fundação do Colégio Pedro II, até meados do século XX, eram em sua maioria franceses e refletiam o que havia de melhor no pensamento europeu sobre o ensino de ciências (Lorenz, apud Barra e Lorenz, 1986). Esses livros possuíam, segundo Barra e Lorenz, as seguintes características:

Grande quantidade de informações, carência de atividades e problemas para os alunos resolverem. Tais livros tinham, portanto, finalidades essencialmente ilustrativas, contribuindo para um ensino de ciências pouco experimental, enfatizando a transmissão e aquisição de conteúdos e não o desenvolvimento de habilidades científicas. Além disso, apresentavam exemplos e focalizavam assuntos diretamente relacionados aos interesses das escolas européias em detrimento do que era importante aos alunos brasileiros. (BARRA e LORENZ, 1986, p.1971).

Na primeira República existiram diversos movimentos educacionais que procuraram modernizar a educação, integrando os imigrantes e diminuindo o analfabetismo, mas foi sobretudo no período getulista (1930 – 1945) que tais movimentos modificaram o cenário educacional. Foi também nesse período que foi criado, por decreto, o Ministério da Educação e Saúde Pública. (BIZZO, 2005, p.133).

Ainda no período getulista, o Ministério da Educação estabelece o primeiro programa do livro didático, no qual delibera sobre a liberdade de escolha, por parte dos diretores das escolas primárias, dos livros a serem utilizados, desde que façam parte da “*relação oficial das obras de uso autorizado*”. Para examinar e julgar esses livros, foi criada a Comissão do Livro Didático. (NABIHA,2001, p.01. Grifo do autor). Para Freitag (1997), a criação dessa Comissão “insere-se em um rol de medidas visando a reestruturação e o controle ideológico de todo o sistema educacional brasileiro”. (p.24). Devido a esse contexto histórico social, os livros publicados nesse período obedecem à uma padronização, com o objetivo de fazerem parte da relação oficial das obras de uso autorizado pelo Governo vigente.

Um outro marco importante desse período foi a fundação, em 1934, da Universidade de São Paulo - USP (constituída por diversas faculdades). A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras foi destinada a ser lugar de pesquisa científica e de formação do professor secundário, portanto professor de Física.

O início do século XX foi marcado por grandes mudanças. Um intenso desenvolvimento industrial influenciou a relação educação/sociedade. Para Menezes (2005, p.109), as ciências começam a ter um lugar na cultura escolar, lado a lado com as artes e com a cultura humanística. A cultura técnico-científica passou a ser

em parte cultura geral, e em parte servia para capacitação de mão-de-obra industrial ou agrícola.

A segunda guerra mundial também influenciou a mentalidade educacional do país. Era necessário preparar pesquisadores e professores capazes de incrementar o processo de industrialização, dirigido para uma tecnologia capaz de armar e defender a nação (ALMEIDA JÚNIOR, 1980, p.65).

Nesse sentido começaram a surgir, em meados do século XX, as primeiras instituições nacionais com o objetivo de desenvolver materiais didáticos na área de ciências. A primeira dessas instituições foi o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), que tinha como meta geral “promover a melhoria da formação científica dos alunos que ingressariam nas instituições de ensino superior e, assim contribuir de forma significativa ao desenvolvimento nacional” (BARRA e LORENZ, 1986, p.1971).

Para alcançar a meta de melhoria do ensino de ciências nas escolas brasileiras, o IBECC optou pela introdução e adoção do método experimental em sala de aula. A instituição produziu material didático, tais como: livros-textos, equipamentos e material de apoio para atividades práticas em laboratório. Este projeto foi desenvolvido por uma comissão paulista e o sucesso foi tal que “o que teve início a nível estadual foi expandido para o nacional” (BARRA e LORENZ, 1986, p.1972).

Acontecimentos internacionais deram novos rumos ao ensino de ciências: a antiga União Soviética lançou o primeiro satélite artificial, *Sputnik*, demonstrando grande desenvolvimento tecnológico e científico; tal fato levou os países ocidentais, em especial Estados Unidos e Inglaterra, a questionarem o ensino científico desenvolvido em suas escolas. A partir daí iniciou-se um movimento de renovação

do ensino de ciências, com encontros para debates e estudos sobre o ensino de ciências e a necessidade de elaboração de novos textos.

Desses encontros resultaram grandes projetos curriculares com produção de materiais didáticos inovadores. Os Estados Unidos desenvolveram, na área da física, o projeto *Physical Science Study Committe* (PSSC), e a Inglaterra o projeto *Nuffield*. Esses materiais foram elaborados com o conceito de ciência como processo de investigação, e não só como corpo de conhecimentos organizados; utilizava atividades que possibilitavam os alunos a “praticar” ciências pelo chamado “método indutivo” (BARRA e LORENZ, 1986, p.1973).

O PSSC foi traduzido para o português pelo IBEEC, que contou com colaboração financeira de instituições americanas e a primeira edição foi publicada devido a um convênio firmado com a United States Agency for International Development (USAID).

A tradução e adaptação de projetos americanos (não só o PSSC, mas também o BSCS – Biological Science Curriculum Study, o CBA – Chemical Bond Approach e outros) estavam apoiadas na tentativa do IBEC de “utilizar o livro didático como meio de transformar e renovar o ensino de ciências a partir da modificação do comportamento de professores e alunos em sala de aula” (BARRA e LORENZ, 1986, p.1973).

Esses projetos influenciaram o sistema educacional brasileiro, pois até início da década de 60 o sistema vigente dificultava a adoção de projetos curriculares desenvolvidos no exterior, pois os programas oficiais de ensino eram obrigatórios para todas as escolas do país. Mas em 1961 o Ministério da Educação e Cultura (MEC) decretou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que revogou a

obrigatoriedade de adoção dos programas oficiais, dando às escolas liberdade de escolha dos conteúdos a serem desenvolvidos (BARRA e LORENZ, 1986, p.1974).

Apesar desses fatos, o PSSC foi distribuído no Brasil e pareceu ter boa aceitação nas escolas, pois foram altos os números de tiragem. Segundo Barra e Lorenz (1986), entre 1964 e 1971 foram publicados mais de 400.000 exemplares dos quatro volumes do PSSC.

No estudo sobre a produção de materiais didáticos de ciência no Brasil no período de 1950 a 1980, Barra e Lorenz relatam outro acontecimento importante na década de 60: o IBCEC foi indicado para sediar o projeto piloto cujo objetivo era o desenvolvimento do ensino de Física na América Latina, intitulado “Novos Métodos e Técnicas do Ensino de Física”. Com apoio financeiro da UNESCO, o departamento de física da USP e do Serviço de Recursos Audiovisuais do Centro Regional de Pesquisas Educacionais de São Paulo, desenvolveram livros-textos, materiais para experimentos e filmes. O projeto piloto foi o marco inicial do Programa de Ciências que a UNESCO realizou em diversos países.

Ao final da década de 60, além dos projetos de tradução e adaptação de projetos americanos e ingleses, também foram desenvolvidos projetos nacionais. Todos eles com o objetivo de tornar o ensino experimental, a fim de desenvolver nos alunos o espírito crítico e o raciocínio, pela vivência do método científico. Em avaliação feita pela Fundação Ford (uma das mantenedoras do IBCEC) os resultados foram pouco animadores, pois demonstraram a pouca repercussão dos materiais e o seu fraco impacto na aprendizagem dos alunos em relação às habilidades pretendidas. Porém os resultados serviram como base para a avaliação dos Kits produzidos.

Barra e Lorenz (1986) também citam os estudos de Carvalho e Krasilchik que confirmam os resultados obtidos na avaliação feita pela Fundação Ford e também indicam as dificuldades na utilização dos materiais em sala de aula, devido principalmente à inexistência, nas escolas, de laboratórios e equipamentos para a realização das atividades experimentais propostas nos livros-texto, aliado ao despreparo dos professores.

Meados do século XX foi um período de incentivo ao desenvolvimento de materiais didáticos na área de ciências, mas também foi um período de mudanças na legislação que regulam o ensino secundário, e tais mudanças refletiram no livro didático. Nicioli Júnior e Mattos (2007) analisaram livros didáticos das décadas de 50 e 60 e observaram que a abordagem do conteúdo dos livros didáticos de física do século XIX e do século XX sofreu alterações. Os autores comentam:

Em nossa análise podemos observar que a pedagogia utilizada nos livros didáticos desse período é informativa [...] A ciência não é caracterizada como historicamente construída, pois é posta nos livros como acabada sem uma postura indagadora. [...] Predomina a memorização, caracterizada por um monólogo centrado no professor cujo apenas é praticado o ensino bancário do conteúdo. Sendo assim, a visão da ciência ensinada a um aluno do ensino secundário da época era apenas de cálculos complicados, onde a principal finalidade era a preparação para o ensino superior. (NICIOLI JÚNIOR e MATTOS, 2007).

Podemos observar que o livro didático é influenciado por diversos fatores: políticas predominantes em cada período, tendências de ensino e propostas curriculares mundiais, o investimento financeiro, o papel do professor.

Ainda em meados do século XX, mais especificamente em Janeiro de 1970, pessoas envolvidas com o ensino de Física se reuniram no campus da USP para trocar experiências. O primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física fez um diagnóstico nada animador: os problemas do ensino de Física não eram específicos de uma região, mas sim de todo o país. Dos diversos pontos levantados, todos

estavam ligados fundamentalmente ao problema da formação do professor. (ALMEIDA JÚNIOR, 1980, p.68).

Em 1971 foi decretada uma reforma no ensino. A Lei 5.692, alterava profundamente todo o sistema educacional. Com tal mudança as metodologias se tornaram inadequadas para a nova realidade da escola; havia carência de material didático adequado às exigências legais; faltavam professores capacitados para ensinar ciências da maneira prevista na nova diretriz (BARRA e LORENZ, 1986).

Para atender tais necessidades o MEC lançou o Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências, sob a responsabilidade do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN) que também recebeu apoio financeiro da USAID. Desta forma, foi criado mais um órgão especializado na produção de materiais didáticos de ciências. Na área da Física foi desenvolvido o Projeto de Ensino de Física (PEF), em convênio com a USP.

Com o findar da década de 70, o Projeto Melhoria do Ensino de Ciências passou a ser considerado não prioritário pelo MEC, assim como o PREMEN teve seus recursos financeiros reduzidos, dificultando o andamento dos projetos existentes e o financiamento de novos projetos.

Ainda na década de 70 professores de Física do país se reuniram em três simpósios na tentativa de enfrentar os problemas do ensino. No I Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) foram diagnosticados alguns problemas relacionados ao ensino de Física, dentre eles a influencia nefasta dos exames de vestibular, pois os professores eram pressionados pelos próprios alunos para que estes “ensinassem” a fazer as provas de vestibular. (ALMEIDA JÚNIOR, 1980, p.68). Com isso, os materiais didáticos passaram a ser adaptados para essa situação, e em

conseqüência houve simplificação do livro didático, e estabelecimento de um processo de massificação do ensino.

No III Simpósio Nacional de Ensino de Física foram aprovadas moções que indicavam o descontentamento da implementação de uma reforma do ensino médio sem a participação dos professores; a implantação da Lei 5.692/71 implicaria numa superficialidade do ensino de física, devido à diminuição da carga horária.

Nos anos setenta, com a criação dos dois primeiros Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, na USP e na UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), houve uma intensificação na pesquisa sobre o ensino de Física. Tais pesquisas buscavam investigar e tratar problemas relativos ao ensino de Física em seus múltiplos aspectos, com vistas à melhoria da qualidade desse ensino (MEGID NETO e PACHECO, 2004).

Este breve histórico do ensino no Brasil, o espaço ocupado pelo ensino de física e os livros didáticos, nos mostram que ao longo dos anos o processo escolar tem apresentado mais ou menos as mesmas características:

- O ensino de ciências/ física não foi valorizado.
- Ensino voltado para teoria e experimentação deixada de lado.
- Ensino de ciências voltado para vestibular, moldando comportamento de professor e aluno, currículo, tipo de avaliação, eliminação de aulas de laboratório e o tipo de livro.
- A classe dominante que detém o poder é a que faz as reformas, de acordo com os seus interesses, para que a mesma continue no poder.
- O movimento curricular ocorrido entre 1950 e 1980 foi inicialmente estimulado por fatores externos, principalmente do interesse dos norte-americanos, mas

também foi estímulo para o desenvolvimento de projetos nacionais, adequados à realidade brasileira.

- Professores com número excessivo de aulas, devido aos baixos salários, não se atualizam, portanto não buscam melhores livros didáticos.
- Livros didáticos que apresentam a ciência como pronta e acabada, retirando o seu aspecto dinâmico de interação homem/conhecimento/contexto histórico.
- Livros didáticos com ênfase conceitual, em especial na formalização matemática.
- Livros “preocupados” somente em preparar para o ingresso no ensino superior.
- Livros que pouco têm contribuído para a formação de uma cultura científica.

Muitas tentativas de transformação e melhoria do ensino têm sido empreendidas. As atividades desenvolvidas pelo IBCEC nos anos 50 e 60, os projetos curriculares nos anos 60 e 70, os Simpósios Nacionais de Ensino de Física, os Programas de Pós-graduação, são exemplos de esforços no sentido de buscar caminhos para melhoria do ensino de ciências e de física.

Esse processo de inovação do ensino de ciências tem se transformado ao longo dos anos, sendo influenciado por novas teorias de ensino e de aprendizagem, mudanças nos objetivos do ensino de ciências, transformações políticas, sociais e econômicas no Brasil e em todo o mundo (KRASILCHICK, 1992, p.3).

Na atualidade, em busca de uma articulação da educação ao panorama mundial, o Brasil promoveu algumas reformas curriculares na educação básica. Dispositivos legais como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCEN) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) são alguns documentos indicadores dessa reformas, delineando as

tendências modernas de educação. Sobre essa legislação que iremos discutir no próximo tópico.

2.3 O Atual Ensino Médio no Brasil

Atualmente, a educação básica no Brasil é composta pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Tem por objetivo assegurar a todos os brasileiros a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores (artigos 21 e 22 da Lei nº 9.394/96).

Os principais documentos norteadores da Educação Básica são: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) - Lei nº 9.394/96 e o Plano Nacional de Educação (PNE) - Lei nº 10.172/2001, regidos pela Constituição da República Federativa do Brasil.

Para o nível médio o Ministério da Educação (MEC) elaborou documentos que procuram oferecer subsídios para a implementação das reformas pretendidas pela LDB/96: Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), PCN+ Ensino Médio, e mais recentemente Orientações Curriculares para o Ensino Médio.

Um dos pontos centrais da nova LDB está na mudança quanto à identidade do Ensino Médio. Conforme vimos na breve retrospectiva do ensino no Brasil, este período escolar sempre esteve voltado para a preparação para o ingresso no ensino superior. A nova identidade dada ao Ensino Médio é considerá-lo como etapa final da educação básica (artigo 35, LDB/96).

Para Kawamura e Hosoume (2003) a proposta defendida pelas diretrizes anteriores era coerente com uma educação média restrita a apenas uma pequena parcela da população, mas como os tempos mudaram, e a escolaridade média vem sendo bastante ampliada, os alunos concluintes do ensino médio possuem outros espaços de atuação social e não buscam, necessariamente, o ensino superior. Portanto, o objetivo da escola média deve estar voltado para uma educação para a cidadania, para a formação de jovens, independente de sua escolaridade futura.

Com o propósito de educação para a cidadania e preparação para o trabalho, as DCNEM e os outros documentos elaborados pelo MEC orientam uma educação que promova valores como sensibilidade, igualdade e ética. Para que isso ocorra o currículo deixa de ser, como afirmam Ricardo e Zylbersztajn:

Centrado unicamente no conhecimento e passa a ser orientado pela construção de competências e habilidades, articuladas nas áreas de representação e comunicação, investigação e compreensão, e contextualização sócio-cultural, tendo como eixos norteadores a interdisciplinaridade e a própria contextualização. (RICARDO e ZYLBERSZTAJN, 2002, p.352).

No sentido de estabelecer condições para um trabalho interdisciplinar, permitindo uma maior articulação das competências e conteúdos de diferentes disciplinas, o conhecimento foi organizado em três áreas, reunindo em cada área, as disciplinas afins: **Linguagens e Códigos** (português, língua estrangeira, artes, educação física, informática e demais formas de expressão). **Ciências da Natureza e Matemática** (biologia, física, química e matemática). **Ciências Humanas** (história, geografia e demais áreas das ciências humanas como sociologia, filosofia, psicologia).

De acordo com o artigo 10 da Resolução nº 03 da Câmara de Educação Básica, a área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias objetivando a constituição de habilidades e competências que permitam ao educando:

- Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade;
- Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais;
- Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos;
- Apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural;
- Compreender o caráter aleatório e não-determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculo de probabilidades;
- Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações e interpretações;
- Analisar qualitativamente dados quantitativos, representados gráfica ou algebricamente, relacionados a contextos socioeconômicos, científicos ou cotidianos;
- Identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para o aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade;
- Entender a relação entre o desenvolvimento das Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico, e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar;
- Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social;
- Aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida;
- Compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas, e aplicá-las a situações diversas no contexto das ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas.

Podemos observar que essas diretrizes não estabelecem conteúdos específicos constituídos de informações e procedimentos, mas destacam condutas que orientam a compreensão do significado da ciência e da tecnologia na vida contemporânea e formação de uma cultura científica.

A LDB, as DCNEM, os PCN e as ORIENTAÇÕES trazem os conceitos de competência, habilidade, interdisciplinaridade e contextualização.

A noção de competência é discutida por diversos autores, entre eles Philippe Perrenoud. Fundamentado nas idéias de Perrenoud, Elio Ricardo (2003) trabalha com a seguinte noção de competência:

As competências seriam então a mobilização de recursos cognitivos, entre eles o conhecimento, a fim de responder a uma situação-problema em tempo

real. Essa utilização, integração e mobilização se dará em uma transposição de contextos, com vistas a inferir possíveis soluções ou elaborar hipóteses. Assim, é possível dizer que não se ensinam diretamente competências, mas criam-se condições para seu desenvolvimento. As habilidades, que estariam mais ao alcance da escola, não deveriam ser compreendidas com um simples saber-fazer procedimental, mas talvez um *saber o que fazer*, ou ainda *saber e fazer*, articulando assim competência e habilidades, pois essas são indissociáveis. (RICARDO, 2003, p.10).

As DCNEM discutem que a noção de interdisciplinaridade,

Deve ir além da mera justaposição de disciplina e, ao mesmo tempo, evitar a diluição delas em generalidades. [...] o conceito de interdisciplinaridade fica mais claro quando se considera o fato trivial de que todo conhecimento mantém um diálogo permanente com outros conhecimentos, que pode ser de questionamento, de confirmação, de complementação, de negação, de ampliação, de iluminação de aspectos não distinguidos. (BRASIL, 1999, p.88).

A interdisciplinaridade pressupõe um diálogo com confronto com outros conhecimentos, com o objetivo de uma melhor compreensão do mundo. Não se trata de acabar com as disciplinas, mas de “estabelecer objetivos e estratégias de ação mais convergentes para um conjunto de disciplinas que tenham características comuns” (KAWAMURA e HOSOUME, 2003, p.23).

As DCNEM também discutem a noção de contextualização, indicando que essa permite “dar significado a qualquer conteúdo curricular, fazendo a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e observa no dia-a-dia” (Brasil, 1999). Um dos pontos de partida da contextualização é tratar os elementos do domínio vivencial dos alunos, da escola, da comunidade imediata, a fim de dar significado ao aprendizado e estabelecer diálogo. A partir dessa situação, transcender da prática imediata para desenvolver conhecimento mais universal.

A contextualização não se restringe ao cotidiano do aluno, mas o problematiza de modo que esse aluno tenha necessidade de adquirir conhecimentos que não tenha, e assim “olhar o mundo” com um novo olhar. Ao fazer a

contextualização não se pode perder o caráter sistemático da aprendizagem escolar, o rigor das disciplinas científicas.

Essas idéias encontram ressonância nas idéias de Paulo Freire, quando ele afirma que “o conhecimento se constitui nas relações homem-mundo, relações de transformação, e se aperfeiçoa na problematização crítica destas relações.” (FREIRE, 1971, p. 36).

Estes princípios apresentados pelos documentos oficiais se refletem no ensino de Física. Um ensino realizado mediante apresentação de conceitos, leis e fórmulas não condiz com a proposta da LDB, pois este tipo de ensino é distanciado do mundo dos alunos e professores; privilegia a teoria e a abstração em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração; enfatiza a utilização de fórmulas desvinculando a linguagem matemática de seu significado físico; insiste na solução de exercícios repetitivos pretendendo um aprendizado pela automatização; apresenta o conhecimento como produto acabado; envolve uma lista de conteúdos extensa de modo a dificultar um diálogo construtivo (BRASIL, 1999, p.229).

Essa visão de ensino, segundo os PCN, é uma deformação estrutural que foi gradualmente introjetada no sistema escolar e passou a ser tomada como coisa natural.

O ensino de Física, sob a perspectiva da reformulação do ensino médio, deve estar voltado para a formação de uma cidadania, e possibilitar uma melhor compreensão do mundo, capacitar para um aprendizado permanente, ou seja, completar a formação geral do estudante. Dessa forma, o ensino de Física assume novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado, considerando o mundo vivencial do aluno, sua realidade, os objetos e fenômenos com que lidam e os problemas e indagações que movem sua curiosidade. O

conhecimento da Física deve ser um meio para compreensão do mundo, e também promover autonomia para aprender.

Para alcançar esses objetivos, é imprescindível desenvolver competências e habilidades de investigação e compreensão, representação e comunicação, contextualização social.

Aprender a maneira de lidar com o mundo envolve competências e habilidades específicas relacionadas à **compreensão e investigação** em Física. São de caráter específico, internas à própria área, explicitam vínculos e aspectos comuns entre a física, química, biologia e matemática.

Reconhecer a existência de uma linguagem própria para esquemas e representação, composta de símbolos e códigos específicos envolve competências e habilidades relacionadas à **representação e comunicação**, e estão associadas à área de Linguagem e Códigos.

Perceber a Física como construção histórica, como atividade social humana que emerge da cultura e leva à compreensão de modelos explicativos que não são únicos nem finais, refere-se **contextualização social**, e estão associados à área de Ciências Humanas.

Ainda que a física seja da área de Ciências da Natureza, o seu ensino deve contemplar as dimensões da linguagem e conteúdo humano-social. Essa inter-relação é uma das faces da interdisciplinaridade desejada (KAWAMURA e HOSOUME, 2003, p.24).

Quanto às habilidades e competências desejadas no ensino de física, os PCN trazem as seguintes orientações:

Representação e comunicação:

- Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.

- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
- Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.
- Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.
- Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.

Investigação e compreensão:

- Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.
- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.
- Compreender a física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.
- Construir e investigar situações-problemas, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.
- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.

Contextualização sócio-cultural:

- Reconhecer a física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
- Reconhecer o papel da física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.
- Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.
- Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.
- Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes. (BRASIL, 1999, p.237)

Com o intuito de ampliar as orientações contidas no PCN, os PCN+ trazem elementos de utilidade para o professor na definição de conteúdos e na adoção de opções metodológicas, através da proposição de temas estruturadores e sugestões de diferentes formas e estratégias.

Para o ensino de física os temas propostos são: *movimento: variações e conservações; calor, ambiente e usos de energia; som, imagem e informação; equipamentos elétricos e telecomunicações; matéria e radiação; universo, Terra e*

vida. Cada tema é subdividido em unidades temáticas que procuram estabelecer relações entre as competências específicas e os conhecimentos físicos.

Esse documento além de dar apoio ao professor em seu trabalho, abre um diálogo sobre o projeto pedagógico escolar. O documento também salienta que os temas não são uma lista de conteúdos a ser seguida, mas uma proposta de ensino.

Mais recentemente, foram publicadas as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), com o objetivo de “contribuir para o diálogo entre professor e a escola sobre a prática docente” (BRASIL, 2006, p.7).

Esse documento apresenta algumas reflexões sobre os PCN e PCN+, no sentido de aprofundar a compreensão sobre pontos que mereciam esclarecimentos, tais como competências, habilidades, interdisciplinaridade, contextualização, projeto de ensino. Discutem-se também os conteúdos do ensino médio e procedimentos didático-pedagógicos, contemplando as especificidades de cada disciplina do currículo e a articulação entre as mesmas disciplinas da área de conhecimento. É um documento que discute questões relacionadas ao currículo escolar e a cada disciplina.

Os documentos oficiais trazem novas perspectivas para o ensino da física: uma física para a cidadania, com elementos vivenciais do aluno, e conteúdo atual. Uma física muito diferente daquela que é unicamente voltada para a preparação para o vestibular. Trata-se de um ensino de Física incorporado à cultura e percebido como instrumento indispensável à formação da cidadania.

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. (BRASIL, 1999, p.229).

Para ajudar na formação dessa cultura científica o professor dispõe de diversos recursos didáticos, mas tradicionalmente apóia-se no livro didático. Sendo um recurso de relevância no contexto educacional, iremos discutir algumas potencialidades e limitações desse recurso.

2.4 O Livro Didático: Potencialidades e Limitações

No contexto do sistema educacional brasileiro, desde a sua organização (criação do Colégio Pedro II em 1837), o livro didático (LD) sempre esteve presente. Mas foi nos anos 70 do século XX, período dos projetos educacionais, que os LD ampliaram sua importância.

O LD tornou-se uma tradição muito forte na educação brasileira. Tradição sustentada pelo olhar saudosistas dos pais, pela organização escolar como um todo, pelo marketing das editoras e pelo próprio imaginário que orienta as decisões pedagógicas do educador (SILVA, 1996).

Ao longo da história da educação no Brasil, o LD tem se constituído em um poderoso mecanismo de seleção e de organização dos conteúdos e métodos de ensino (FERREIRA e SELLES, 2003); é o recurso instrucional mais utilizado no ambiente escolar (NEVES e VALADARES, 2004; AMORIM, 1998; CARNEIRO, SANTOS e MÓL, 2005); é utilizado pelo professor como “guia de orientação” para o planejamento, desenvolvimento e avaliação de sua prática pedagógica (MEGID NETO e FRACALANZA, 2003; NEVES e VALADARES, 2004; CARNEIRO, SANTOS e MÓL, 2005); para o aluno, o LD é um elemento determinante de sua relação com a disciplina (CARNEIRO, SANTOS e MÓL, 2005); para a grande maioria da população brasileira, o LD é o único contato com a leitura (MARTINS e GUIMARÃES, 2002; ALVARES, 1991).

Pesquisadores acadêmicos têm analisado o LD sob diferentes aspectos: conceitual, industrial, comercial, adoção, utilização, avaliação (PRETTO, 1985; MOLINA, 1987; MORTIMER, 1988; FREITAG, MOTTA e COSTA, 1997; MEGID NETO e FRACALANZA, 2003).

O Governo Federal também reconhece a importância do LD, pois desde a década de 30 do século XX o Ministério da Educação (MEC) vem desenvolvendo, de forma contínua, uma política para o livro didático. Ao longo do tempo ocorreram mudanças na concepção, gestão e na forma de execução dos programas, mas a política do livro didático permanece.

O primeiro programa ministerial de LD, segundo Nabiha (2001), delibera sobre a liberdade de escolha por partes dos diretores de escolas primárias dos livros usados na escola. Uma comissão nacional foi criada para examinar e julgar os LD, segundo critérios ideológicos relacionados à política vigente (ditadura Vargas).

A partir de 1960 é que a política do LD incorpora a idéia de distribuição maciça dos livros aos alunos. Mas apenas em 1985 foi criado o PNL (Programa Nacional do Livro Didático), que tinha por diretrizes: escolha do livro pela escola, com participação dos professores do 1º grau mediante análise, seleção e indicação de títulos, universalização do atendimento a todos os alunos do ensino fundamental, adoção de livros reutilizáveis. (NABIHA, 2001).

Em 1993 foi criado um Grupo de Trabalho encarregado de analisar a qualidade dos conteúdos programáticos e os aspectos pedagógicos-metodológicos de livros de séries iniciais mais solicitados no ano de 1991. A análise de tais livros identificou diversos problemas que iam desde projetos gráficos inadequados até equívocos conceituais. (NABIHA, 2001).

A partir de 1995 aumenta a participação dos professores no processo de escolha do LD. Com a criação de um Guia contendo resenhas elaboradas por especialistas, programa do LD pretende propiciar a reflexão e discussão do processo educativo, mais especificamente sobre o material didático a ser utilizado.

Atualmente estão em vigor três programas federais voltados para o livro didático, que é distribuído gratuitamente para os alunos de todas as séries da educação básica da rede pública e para os alunos matriculados em classes do programa Brasil Alfabetizado:

1. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD);
2. O Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM);
3. O Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA).

Documentos oficiais atestam a importância do LD como material de apoio à prática pedagógica, conforme uma de suas publicações: “Os professores sabem que o livro didático é ferramenta importante na busca dos caminhos possíveis para a sua prática pedagógica” (BRASIL, 2006).

Dentre os recursos didáticos, o LD assume um papel de destaque na produção, circulação e apropriação dos conhecimentos científicos. Para Sandrin, Puerto e Nardi (2005) tal fato ocorre devido ao potencial que os LD têm em disseminar informações e a facilidade na utilização diária por alunos e professores, permitindo, conseqüentemente, ampla penetração na comunidade escolar de todas as camadas sociais.

Devido a essa capacidade de atingir um grande número de pessoas e da ampla aceitação na sociedade, surge a necessidade de constante preocupação e crítica em relação à qualidade do conteúdo do livro didático. Ao propor uma trajetória

de ensino ele acaba mesmo por incorporar e propor uma proposta de currículo. Nas palavras de Olguim:

O livro didático apresenta uma proposta de currículo ao propor uma trajetória de ensino para o aluno e para o professor, e o currículo proposto pelo livro didático pode ter uma importância no processo de ensino/aprendizagem, tão grande quanto mais o curso for calcado na seqüência e nos conteúdos do livro. (OLGUIM 2005, p. 13)

Nesse sentido, ao mesmo tempo em que o LD incorpora uma grande potencialidade como instrumento de formação de uma cultura científica na escola média, indicando caminhos pedagógicos de grande relevância para o trabalho do professor, ele também sinaliza algumas limitações que serão tanto maior quanto maior o nível de dependência do professor em relação a ele.

Isso significa que o livro didático deve estar a serviço de um projeto educativo mais amplo, que certamente implica na utilização de outras tantas ferramentas/instrumentos pedagógicos. No que diz respeito à ciência, mais do que elencar fatos e conceitos, ele deveria estar a serviço da explicitação da dinâmica mesma de construção do conhecimento científico, problematizando situações, levantando questionamentos, mediando um processo eminentemente dialógico onde o estudante seja inserido como protagonista do processo educativo.

Como princípio e critério comum para a avaliação de obras didáticas, o PNLEM (Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio) baseia-se na premissa de que:

A obra deve auxiliar os professores na busca por caminhos possíveis para sua prática pedagógica. Esses caminhos não são únicos, posto que o universo de referências não pode se esgotar no restrito espaço da sala de aula ou da obra didática, mas atuam como uma orientação importante para que os professores busquem, de forma autônoma, outras fontes e experiências para complementar seu trabalho em sala de aula. (PROGRAMA..., 2007).

Certamente que essa perspectiva implica em certo rompimento com o que poderíamos chamar de “cultura do facilismo”, baseada na idéia de que, uma vez escolhido o livro didático basta segui-lo “a risca” para que o processo pedagógico na sala de aula se efetue. Tal procedimento certamente não encontra ressonância com a idéia de formação de uma cultura científica na escola.

Outro aspecto de grande relevância, também preconizado pelos princípios e critérios de avaliação do PNLEM diz respeito aos conteúdos e procedimentos mobilizados pelo texto didático, que devem apresentar compatibilidade e atualização com os conhecimentos e saberes de referência em suas respectivas áreas. Nesse programa utilizam-se alguns critérios eliminatórios e classificatórios para as obras didáticas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, citados a seguir:

Critérios eliminatórios:

1. A obra NÃO deve apresentar a Ciência moderna como sendo equivalente a conhecimento, sem reconhecer a diversidade de formas de conhecimento humano, e NÃO deve apresentar o conhecimento científico como verdade absoluta ou retrato da realidade. Deve, dessa forma, focar a evolução das idéias científicas, explicitando o caráter transitório e de não-neutralidade do conhecimento científico.
2. A obra NÃO deve privilegiar somente a memorização de termos técnicos e definições, não se pautando, portanto, somente por questões de cópia mecânica ou memorização. O vocabulário científico deve ser usado como um recurso que auxilie a aprendizagem das teorias e explicações científicas, e não como um fim em si mesmo. As analogias, metáforas e ilustrações devem ser adequadamente utilizadas, garantindo-se a explicitação das semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos estudados.
3. A obra deve pautar-se por um princípio de abrangência teórica e pertinência educacional, priorizando os conceitos centrais, estruturadores do pensamento em cada disciplina ou na área do conhecimento, em vez de privilegiar conceitos secundários. Visando a uma aprendizagem significativa de tais conceitos centrais, a obra deve evitar uma visão compartimentalizada e linear dos mesmos, buscando abordá-los de maneira recorrente, em diferentes contextos explicativos e situações concretas, em conexão com diferentes contextos explicativos e situações concretas, em conexão com diferentes conceitos, favorecendo, assim, a construção de sistemas conceituais mais integrados pelos alunos.
4. Os experimentos propostos pela obra devem ser factíveis, com resultados plausíveis, sem transmitir idéias equivocadas de fenômenos, processos e modelos explicativos. Devem ainda caracterizar adequadamente, de forma não-dicotômica, a relação teoria/prática; ter uma perspectiva investigativa (problematizadora/contextualizadora); abordar a questão do descarte de resíduos envolvidos de modo a considerar o impacto ambiental dos mesmos, contribuindo, assim, para uma maior consciência ambiental dos alunos e professores; explicitar eventuais materiais alternativos e a toxicidade

indesejada; e priorizar aspectos econômicos de custeio, por meio de quantidades adequadas de substâncias a serem utilizadas. (BRASIL, 2005 b)

Critérios de Qualificação

1. Será valorizada a obra que propicie condições para a construção de uma compreensão integradora intradisciplinar, no caso de uma obra disciplinar, ou interdisciplinar, para obras que abordam várias disciplinas. Espera-se que uma obra destacada na área de ciências naturais propicie uma articulação de uma visão de mundo natural e social. Não se deve perder de vista que uma compreensão integrada não implica a dissolução das disciplinas e áreas do conhecimento estabelecidas nas ciências.
2. Será valorizada a obra que propiciar condições para a aprendizagem da Ciência como processo de produção do conhecimento e construção cultural, valorizando a história das ciências. Contudo, a obra deve evitar a apresentação do conhecimento científico como uma simples forma alternativa de ver o mundo, tão válida quanto qualquer sistema de crenças. A problematização do senso comum deve caracterizar a abordagem dos conceitos, que devem ser tratados de modo contextualizado, problematizando questões geradoras da produção do conhecimento.
3. Será valorizada a obra que envolver o aluno em atividades que permitam a formação de um espírito científico, como, por exemplo, atividades em que os alunos levantem hipóteses sobre fenômenos naturais e desenvolvam maneiras de testá-las, ou em que eles utilizem evidências para julgar a plausibilidade de modelos e explicações.
4. Será valorizada a obra que apresentar o conhecimento científico de forma contextualizada, fazendo uso dos conhecimentos prévios e das experiências culturais dos alunos.
5. Será valorizada a obra que ressaltar o papel das ciências naturais como instrumento para a compreensão dos problemas contemporâneos, para a tomada de decisões, fundamentada em argumentações consistentemente construídas, e a inserção dos alunos em sua realidade social.
6. Será valorizada a obra que estimular o aluno para que desenvolva habilidades de comunicação científica, propiciando leitura e produção de textos diversificados, como artigos científicos, textos jornalísticos, gráficos, tabelas, mapas, cartazes etc. Outra característica valorizada será o estímulo ao alunos para que desenvolva habilidades de comunicação oral.
7. Será valorizada a obra que garanta a possibilidade de adaptação da prática pedagógica às condições locais e regionais, sem detrimento da abrangência nacional da obra.
8. Será valorizada a obra que apresentar uma variedade de atividades, destinadas à avaliação de diferentes aspectos do processo cognitivo, incluindo atividades práticas, de síntese, de investigação etc. a metodologia deve estimular o raciocínio, a interação entre alunos e professores e o trabalho cooperativo.
9. Será valorizada a obra que propuser discussões sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar criticamente e posicionar-se diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual. (BRASIL, 2005 b).

Segundo o MEC (2005 b) o contexto educacional contemporâneo exige, cada vez mais, um professor capaz de suscitar nos alunos experiências pedagógicas significativas, diversificadas e alinhadas com a sociedade em que estão inseridos.

Nessa perspectiva, os materiais de ensino, e em particular o livro didático, têm papel relevante.

Embora reunindo elementos que buscam uma articulação mais ampla no trabalho pedagógico com a ciência, reconhecemos a necessidade de identificar em que medida eles vem cumprindo o papel aqui desenhado de constituição de uma cultura científica na escola. Este é o objetivo do capítulo seguinte.

Santos (2006) apresenta um instrumento para auxiliar o professor a analisar e avaliar o livro didático de Química para o Ensino Médio, e para isso, estabeleceu um conjunto de critérios relacionados aos seguintes aspectos: imagens, aspectos gráficos-editoriais e textuais, linguagem, livro do professor, atividades experimentais, aspectos históricos relacionados à construção do conhecimento, abordagem de aspectos sociais, contextualização dos conceitos e conteúdos da Química e abordagem metodológica do conteúdo químico.

Os critérios estabelecidos no trabalho da autora acima citada buscam dar apoio ao professor no processo de escolha do livro didático. No próximo capítulo também serão apresentados alguns critérios de análise de livros didáticos, mas nossa intenção é buscar um olhar mais interno, mais constitutivo da formação em ciência. Nossas categorias tentam traduzir esse objetivo e não instrumento prático de escolha do livro didático.

CAPÍTULO 3

OS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA EM FOCO

3.1 Os livros analisados

No primeiro capítulo deste trabalho buscamos o estabelecimento de bases teóricas que nos permitissem um olhar analítico por sobre os livros didáticos de Física que vem sendo utilizados no ensino médio, sempre na perspectiva de identificação da sua capacidade de formação de uma cultura científica neste nível de ensino. Em auxílio a essa tarefa, nos apoiamos também no diagrama onde são apresentadas algumas dimensões relevantes de serem contempladas na compreensão do processo de formação de uma cultura científica na educação básica. Tais aspectos deverão nos subsidiar na análise dos livros didáticos escolhidos.

Considerando a abrangência e importância do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), que prevê a universalização do livro didático para os alunos do ensino médio público de todo o país, julgamos conveniente restringir nossa análise aos livros pré-selecionados no âmbito do referido programa.

Em 01 de Fevereiro de 2006 foi publicada a Portaria nº 366, de 31/01/2006, que divulgou os resultados da avaliação dos Livros Didáticos dos Componentes Curriculares de Física e Química. No componente Física os livros selecionados foram listados no quadro seguinte:

Obras Seleccionadas no PNLEM 2009 - Física

N° Livro	Volume	Título	Autor(es)	Editora
01	Único	Física	Alberto Gaspar	Ática, SP
02	Único	Física	José Luiz Sampaio Caio Sérgio Calçada	Atual, SP
03	Único	Física para o Ensino Médio	Aurélio Gonçalves Filho Carlos Toscano	Scipione, SP
04	Coleção Seriada (03 Volumes)	Física Ensino Médio	Antônio Máximo Ribeiro Luz Beatriz Alvarenga	Scipione, SP
05	Coleção Seriada (03 Volumes)	Física – Ciência e Tecnologia	Carlos Magno Torres Paulo César Penteado	Moderna, SP
06	Coleção Seriada (03 Volumes)	Universo da Física	José Luiz Sampaio Caio Sérgio Calçada	Saraiva, SP

Dos livros selecionados podemos observar que os livros 1, 2 e 3 são “volume único” e os livros 4, 5 e 6 são “coleções seriadas”. Livros didáticos volume único, segundo o Ministério da Educação (Brasil, 2005) são “livros que apresentam conteúdo e atividades, num único volume, com o propósito de atender as três séries que compõem o ensino médio”; e livros didáticos coleção seriada correspondem ao “conjunto de três volumes destinados ao ensino de 1ª a 3ª séries do ensino médio, organizados em torno de uma proposta pedagógica única e de uma seqüência articulada à séries dessa etapa de escolarização”.

Os conteúdos abordados, seja em coleção seriada seja em volume único, procuram cobrir os diferentes temas de Física tradicionalmente presentes nos currículos desse nível de ensino: *Mecânica, Termologia, Ótica, Ondas, Eletricidade e Magnetismo e Física Moderna*, sendo este último tópico mais recentemente presente nos livros. Quando em volume único os temas são, geralmente, apresentados de maneira mais condensada, o que não significa mais densidade na apresentação dos conteúdos.

Na perspectiva de identificação do potencial formativo de uma cultura científica do livro didático de Física, buscou-se num primeiro momento um olhar panorâmico, uma visão geral dos livros selecionados. Para isso, foram identificados os temas abordados em cada volume, o número de páginas destinadas a cada tema e a porcentagem em relação ao total de páginas. Aspectos como atividades experimentais, tópicos de história da ciência, tópicos que tratam da relação ciência e tecnologia foram observados nos livros, identificando o número de vezes que tais aspectos foram abordados; local em que apareciam, sendo considerado box (caixa de texto), final do capítulo, ao longo do texto ou como texto complementar, e ainda, de que forma tais aspectos surgem (roteiro, experimento aberto, biografia, fatos

marcantes, linha do tempo, aplicação tecnológica, funcionamento de aparatos). A quantidade e tipo de exercícios também foram levantados. Estas informações foram agrupadas em tabelas, que se encontram nos apêndices.

Consideramos essa primeira visão importante, pois apresenta como os temas da Física foram abordados e a valorização de cada tema.

Além do panorama geral dos livros de Física, buscou-se estabelecer critérios para um olhar mais crítico sobre os mesmos, adotando um conjunto de categorias analíticas.

3.2 Uma Visão Panorâmica dos Livros

Um olhar panorâmico por sobre os livros selecionados, buscando a descrição de **aspectos gerais, apresentação, organização dos conteúdos, presença de elementos relacionados à história da ciência, à relação ciência-tecnologia, atividades experimentais** e também à presença de **exercícios**, nos permitirão o reconhecimento geral da obra, o que se constitui no objetivo mesmo desse item.

Nessa direção, cada livro foi descrito em separado, estando informações relevantes apresentadas em uma tabela-síntese. Tabelas reunindo dados mais detalhados acerca das referidas obras foram remetidas para apêndices ao final do trabalho.

Em seu edital, o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio estabeleceu um conjunto de normas e padrões gráficos editoriais a serem seguidos pelas editoras. Segundo esses padrões, o livro didático deve estar claramente identificado, contendo, no mínimo, as seguintes informações: *título da coleção ou do volume único, nome do autor (es), componente curricular e nome da editora*. Há também especificações técnicas com relação ao formato, capa e miolo do livro.

O edital também destaca que o manual dirigido ao professor deve ser compreendido como parte integrante da obra e deve explicitar fundamentação, objetivos e pressupostos teórico-metodológicos que nortearam a elaboração do livro.

Segundo Alain Chopin (2004), estudioso dos livros didáticos e de sua história, um dos elementos do livro didático que revela as intenções ideológicas ou pedagógicas dos autores são os *prefácios*. Portanto, ao examiná-los poderemos ter uma visão do livro, sob o ponto de vista do autor.

Ao elaborar um livro didático, o autor delimita o conteúdo a ser abordado. Para Gérard e Rogiers (1998), a delimitação do conteúdo é feita a partir da idéia que o autor faz dos conteúdos-matéria, fundamentado em sua experiência, conhecimento global do programa e de suas prioridades.

Essa delimitação diz respeito ao conteúdo do livro didático e não aos conteúdos da aprendizagem conforme representados no currículo. Observando os sumários podemos identificar a organização do conteúdo do livro, seleção, distribuição e disposição dos assuntos abordados, subdivisões ao longo do sumário e número de páginas destinadas aos mesmos. Os conteúdos-matéria escolhidos para o livro didático de física indicam uma perspectiva de conhecimento, uma concepção de ciência, mais especificamente da Física.

Verificar a existência de atividades experimentais ao longo do texto e a forma como aparecem no mesmo é outro aspecto relevante como elemento de aferição das potencialidades de educação científica de uma obra didática. O mesmo pode ser dito com relação a elementos de história da ciência. A relação ciência e tecnologia também será alvo da nossa atenção, juntamente com os exercícios propostos nos referidos livros.

Tabelas reúnem informações sobre como esses elementos foram tratados em cada tema abordado no livro. Assim, para os temas da Física tradicionalmente presentes nos livros do Ensino Médio (Mecânica, Ótica, Ondas, Termologia, Eletricidade, Magnetismo e Física Moderna) estão agrupadas informações sobre o número de páginas destinadas a cada tema e a porcentagem em relação ao total de páginas da obra, quantidade e localização de textos que tratam de atividades experimentais, história da ciência, relação ciência e tecnologia, exercícios.

Conforme indicado no quadro de livros selecionados no PNLEM, os livros serão identificados por um número e nome do autor.

LIVRO 1 (Gaspar)

Trata-se de um volume único de autoria de Alberto Gaspar. Sua 1ª edição foi publicada em 2005 pela editora Ática (SP).

O Livro para o Estudante possui 552 páginas e é editado em cores. O Manual do Professor possui 208 páginas em preto e branco. Esta obra, assim como todas as outras selecionadas pelo PNLEM, segue as especificações técnicas do edital, dentre elas o formato, que deve ser 205 mm x 275 mm.

Além de uma “Apresentação” geral, seguida de um pequeno histórico e apresentação (extraída de documentos oficiais) dos “Parâmetros Curriculares Nacionais”, o Manual do Professor reúne um conjunto de “Sugestões para o Aprimoramento do Professor”, seguida de “Atividades Interdisciplinares e de Contextualização”, finalizando com “Orientações para o Desenvolvimento de Cada Capítulo e Resolução dos Exercícios”. Em seguida, cada capítulo do Livro do

Estudante é apresentado com comentários e sugestões, descrição de competências e habilidades contempladas e resolução, passo a passo, dos exercícios propostos.

No Livro para o Estudante, a apresentação é destinada ao aluno e, além de referir-se a Física como “uma ciência fascinante”, o autor destaca a importância da mesma para o avanço tecnológico do mundo contemporâneo, afirmando que a Física é “a ciência que mais tem contribuído para o contínuo avanço tecnológico do mundo em que vivemos” (Gaspar, 2005, p.3).

O autor sinaliza ainda que a Física é uma ciência que busca o conhecimento do Universo, mas também se ocupa de todos os ramos da atividade humana, ressaltando que o conhecimento acumulado ao longo dos séculos foi devido a inúmeras pessoas que “têm refletido, formulado, e testado as mais variadas idéias, hipóteses e teorias para descrever e explicar o comportamento da natureza” (Gaspar, 2005, p.3).

Sobre a obra, o autor ressalta que o texto foi escrito seguindo três orientações:

1. Apresentação das idéias básica da Física e suas relações com o contexto do aluno.
2. Conteúdo apresentado de forma lógica, rigorosa, fluente e respeitando estrutura cognitiva e compreensão do aluno;
3. Conceitos com rigor científico e com aplicações “práticas e teóricas”.

Destaca ainda o papel das atividades experimentais, sempre apresentadas ao final de cada capítulo, e a dimensão de aprendizado contida no processo de resolução de exercícios.

No que diz respeito à organização dos conteúdos, o livro “Física” está dividido em 4 unidades, e conforme os dados apresentados nas tabelas 7, 8, 9 e 10, a porcentagem em relação ao total de páginas destinada a cada unidade:

Unidade 1 – Mecânica, 35,3%;

Unidade 2 – Ondas e ótica, 20,7%;

Unidade 3 – Termodinâmica, 12,7%;

Unidade 4 – Eletromagnetismo, 23,6%.

As unidades estão divididas em 46 capítulos e mais um capítulo introdutório intitulado “O que é Física” e um capítulo final, “Física Moderna”, que procura apresentar um panorama da Física do século XX.

Segundo o autor, “a seleção e a seqüência dos conteúdos tiveram como critério básico adequar o nível de complexidade exigido para a abordagem dos conteúdos ao nível de desenvolvimento cognitivo do aluno e à sua provável base matemática”⁴ (Gaspar, 2005, p.03).

Aspectos históricos da ciência de uma maneira geral e particularmente da Física, foram apresentados ao longo do texto e também em caixas de texto em destaque, caracterizadas aqui como “box”. Nesse caso específico chama atenção, conforme mostra a tabela 1, a existência de um único box destinado à história da ciência nos capítulos destinado à ótica e ondas, assim como nos capítulos destinados ao eletromagnetismo.

Os textos que relacionam ciência e tecnologia aparecem em box, sempre com o título “Tecnologia”. Podemos observar, conforme a tabela 1, que ao tratar o tema Mecânica, não há nenhuma referência à essa relação; e ao tratar os temas ótica, ondas e eletromagnetismo há somente duas referências para cada tema.

⁴ GASPAR, Alberto. *Física volume único – Manual do professor*, 1ª edição. São Paulo: Ática, 2007. p. 03.

Os exercícios (resolvidos e propostos) são apresentados sob o título “*Para você pensar*” e “*Para você resolver*”. Em alguns dos exercícios resolvidos há comentários sobre as respostas obtidas. Ao final do capítulo há uma seção de exercícios de vestibular, sob o título “*Para você concluir e analisar*”. É nítido o contraste, em termos de quantidade, comparativamente aos outros aspectos estudados. Afinal de contas, o que se pretende exercitar tendo em vista a ausência dos aspectos considerados?

A tabela abaixo busca apresentar de maneira sintética a distribuição dos conteúdos do livro com destaque para alguns elementos acima comentados. Maiores detalhes podem ser encontrados nas tabelas reunidas no apêndice.

TEMAS		MECÂNICA	ONDAS E ÓTICA	TERMO DINÂMICA	ELETRO MAGNETISMO
NÚMERO DE PÁGINAS		195	114	70	130
% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS		35,3	20,7	12,7	23,6
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	QUANTIDADE	24	15	7	14
	LOCALIZAÇÃO	Final do capítulo	Final do capítulo	Final do capítulo	Final do capítulo
HISTÓRIA DA CIÊNCIA	QUANTIDADE	3	1	2	1
	LOCALIZAÇÃO	Ao longo do texto Box	Box	Box	Ao longo do texto Box
RELAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA	QUANTIDADE	0	2	1	2
	LOCALIZAÇÃO		Box	Box	Box
EXERCÍCIOS	QUANTIDADE	490	244	156	256
	TIPO	Resolvido, Para você resolver, Para você pensar, Para você analisar e concluir	Resolvido, Para você resolver, Para você pensar, Para você analisar e concluir	Resolvido, Para você resolver, Para você pensar, Para você analisar e concluir	Resolvido, Para você resolver, Para você pensar, Para você analisar e concluir

Tabela 1 – Distribuição dos Conteúdos – Livro 1 - Física, Volume Único, Alberto Gaspar, 1ª Edição, Ed. Ática, SP, 2005.

LIVRO 2 (Sampaio e Calçada)

A editora Atual publicou a segunda edição do livro “Física” de autoria de José Luiz Sampaio e Caio Sérgio Calçada em 2005. Organizado como Volume Único o livro para o estudante tem 472 páginas, editado em cores, e o manual do professor tem 128 páginas, em preto e branco.

Além de uma apresentação geral, onde os autores situam a obra como “um importante material de apoio que auxilie no processo de ensino-aprendizagem” (Sampaio e Calçada, 2005), o *Manual do Professor* transcreve trechos de documentos oficiais norteadores do Ensino Médio no Brasil. Apresenta ainda a “Estrutura da Obra”, enfocando suas características gerais e objetivos. Sugestões de conteúdos para cada série com indicações de número de aulas adequado para a sua abordagem são apresentadas, seguidas de comentários e sugestões gerais, além de uma tabela indicando pontos de contextualização e conexão entre diferentes tópicos de Física. Logo após são recomendadas algumas leituras visando o aprofundamento em Física pelo professor e também alguns *sites* na internet relacionados à temática da Física. Ao final, é apresentada a resolução dos exercícios propostos em cada unidade do livro para o estudante.

Na apresentação do livro para o estudante os autores destacam a recomendação dos educadores quanto à necessidade de uma formação básica geral envolvendo as principais áreas do conhecimento (ciências naturais, matemática, línguas e ciências humanas) com o objetivo de ingressar no mercado de trabalho e exercer cidadania. Para atingir tais objetivos o livro apresenta os principais tópicos da Física, visando formação geral, e fornece subsídios para o exame de vestibular. Comentam que a linguagem utilizada é simples e no texto

aparecem vários experimentos e leituras de aplicação e ligação com o cotidiano, e ainda, em vários capítulos aparecem leituras envolvendo história da física. Reforçam a quantidade de exercícios de aplicação, questões de vestibulares e do Enem (Exame Nacional do Ensino Médio).

No que diz respeito à organização dos conteúdos a obra está dividida em 06 unidades, e a porcentagem em relação ao total de páginas, conforme tabela 2, destinadas a cada tema são:

Unidade 1 – Mecânica; 33,7%

Unidade 2 – Termologia; 8,3%

Unidade 3 – Óptica; 8,3%

Unidade 4 – Ondas; 4,2%

Unidade 5 – Eletricidade; 26,3%

Unidade 6 – Física Moderna; 6,8%.

No total são 74 capítulos em que esses temas são apresentados.

As atividades experimentais aparecem em alguns capítulos na forma de box e sempre é recomendado a utilização de materiais simples. Conforme tabela 2, em toda a obra são sugeridas 13 atividades experimentais.

Aspectos históricos são apresentados em quadros de leitura (box) em sua grande maioria, sendo que em alguns capítulos ao longo do texto são feitas menções à acontecimentos relacionados à história da Física. Chama atenção, conforme mostra tabela 2, esse aspecto não ser abordados nos temas Ótica, Ondas e Física Moderna.

Textos que relacionam a ciência à tecnologia aparecem em alguns capítulos, na forma de box, com o título “Cotidiano e Aplicações”. Em toda a obra aparecem apenas 4 boxes que tratam da relação ciência tecnologia, conforme mostra tabela 2.

Ao longo do texto são apresentados exercícios resolvidos e exercícios propostos. Ao final do livro há um capítulo com questões do Enem (Exame nacional do ensino médio) e questões de vestibulares.

O quadro abaixo apresenta a distribuição de conteúdos da referida obra. Maiores detalhes podem ser encontrados nas tabelas reunidas no apêndice:

TEMAS		MECÂNICA	TERMOLOGIA	ÓTICA	ONDAS	ELETRICIDADE	FÍSICA MODERNA
NÚMERO DE PÁGINAS		159	39	39	20	124	32
% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS		33,7	8,3	8,3	4,2	26,3	6,8
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	QUANTIDADE	5	1	3	1	3	0
	LOCALIZAÇÃO	Box	Box	Box	Box	Box	
HISTÓRIA DA CIÊNCIA	QUANTIDADE	2	2	0	0	1	0
	LOCALIZAÇÃO	Box	Box Ao longo do texto			Box	
RELAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA	QUANTIDADE	2	2	0	0	0	0
	LOCALIZAÇÃO	Box	Box				
EXERCÍCIOS	QUANTIDADE	258	67	48	28	246	22
	TIPO	Resolvido, propostos	Resolvido, Propostos	Resolvido, Proposto	Resolvido, Proposto	Resolvido, Proposto	Resolvido, Proposto

Tabela 2 - Distribuição dos Conteúdos – Livro 2 – Física, Volume Único, Sampaio e Calçada, Ed. Atual, SP, 2005.

LIVRO 3 (Gonçalves Filho e Toscano)

Também com o título “Física”, o volume único elaborado por Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano, teve a sua 1ª edição (2ª impressão) publicada em 2002 pela editora Scipione. O livro para o estudante possui 472 páginas, é colorido e o Manual do professor possui 112 páginas, em preto e branco.

As orientações destinadas ao professor receberam o sugestivo nome “*Assessoria Pedagógica*”, e contém, além de orientações teórico-metodológicas, a sua estrutura geral, indicações de atualização, detalhamento do curso, projetos, resolução de exercícios, textos suplementares sugestões de filmes e séries, bibliografia e também algumas questões acerca da avaliação, incluindo sugestões de diferentes instrumentos para tal fim. Os autores ressaltam o fato de que a obra foi fundamentada em pesquisas e discussões sobre as tendências do ensino de Física no Brasil e no mundo e sobre a experiência docente acumulada por eles enquanto professores. Indicam como trabalhar com o livro e fazem sugestão de planejamento para curso com carga horária de 2 horas-aulas semanais e 3 horas-aulas semanais. Fazem proposta de 03 projetos a serem desenvolvidos com os alunos, sendo cada projeto destinado a uma série do ensino médio.

Na apresentação do livro destinado ao estudante os autores chamam a atenção para a convivência dos mesmos com grande número de fenômenos e utilização de produtos cuja construção e princípios de funcionamento baseiam-se no conhecimento tecnológico elaborado pela Física. Devido a estas circunstâncias, a proposta do livro é estabelecer uma ligação entre o conjunto de informações que os alunos têm acesso e o conhecimento sistematizado pela Física.

O livro é dividido em 4 partes: Mecânica, Física térmica e óptica, Eletricidade e Magnetismo e Capítulos complementares, compondo, no total, 21 temas. Conforme a tabela 3, o número de páginas destinadas a cada tema é praticamente o mesmo.

Sobre essa estrutura, os autores comentam que este formato tem o objetivo de “privilegiar um contato maior com as teorias mais importantes da Física, permitindo que sejam percebidas, também, como parte de um corpo de conhecimento”⁵ (Gonçalves Filho e Toscano, 2007).

As atividades experimentais fazem parte do texto básico, sendo que em alguns capítulos são sugeridas mais de uma atividade experimental e em outros capítulos não há sugestões. Em toda a obra são sugeridas 33 atividades experimentais, de acordo com tabela 3.

Aspectos históricos também fazem parte do texto básico. Em alguns capítulos na seção “Texto e Interpretação” elementos históricos adicionais são acrescentados com maior aprofundamento.

A relação ciência-tecnologia é discutida ao longo do texto e também em texto complementar, sendo que neste último caso os autores o fazem com maior frequência.

Ao longo do texto são propostos exercícios, valendo ressaltar que a obra não apresenta exercícios resolvidos. Ao final do livro um capítulo com listas de exercícios para cada capítulo é introduzido, mesclando exercícios de vestibular, questões e exercícios numéricos.

⁵ GONÇALVES FILHO, Aurélio e TOSCANO, Carlos. *Física – assessoria pedagógica*. São Paulo: Scipione, 2002. p.7.

É a seguinte a distribuição dos conteúdos nesta obra, considerando que maiores detalhes podem ser encontrados nas tabelas reunidas no apêndice:

TEMAS		MECÂNICA	FÍSICA TÉRMICA E ÓTICA	ELETROMAGNETISMO
NÚMERO DE PÁGINAS		110	129	110
% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS		23,3	27,3	23,2
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	QUANTIDADE	6	15	12
	LOCALIZAÇÃO	Ao longo do texto	Ao longo do texto, Texto complementar	Ao longo do texto
HISTÓRIA DA CIÊNCIA	QUANTIDADE	1	10	2
	LOCALIZAÇÃO	Ao longo do texto	Ao longo do texto, Texto complementar	Ao longo do texto
RELAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA	QUANTIDADE	3	5	6
	LOCALIZAÇÃO	Texto Complementar	Ao longo do texto, Texto complementar	Ao longo do texto, Texto complementar
EXERCÍCIOS	QUANTIDADE	194	220	185
	TIPO	Exercícios, Questões	Exercícios, Questões	Exercícios, Questões

Tabela 3 - distribuição dos conteúdos – Livro 3 - Física, Volume Único, Gonçalves Filho e Toscano, Ed.Scipione, 2005.

LIVRO 4 (Máximo e Alvarenga)

A coleção “Física Ensino Médio” de Antônio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz Alvarenga é uma coleção seriada em três volumes. Sua 1ª edição foi publicada em 2007 pela editora Scipione. O livro para o estudante, volume 1, possui 376 páginas; o volume 2 possui 400 páginas e o volume 3 possui 416 páginas. O suplemento para o professor, a exemplo do Livro 3 (Gonçalves Filho e Toscano) também é intitulado *Assessoria Pedagógica*, possuindo 152 páginas.

O suplemento para o professor inicia com algumas considerações dos autores sobre a proposta da obra, ressaltando que nas edições mais recentes foram incorporados elementos dos trabalhos de pesquisa em Ensino de Física. São feitas, ainda, considerações sobre a seqüência de tópicos abordados, aspectos gerais e características da obra. Um outro texto é destinado a comentários sobre os documentos oficiais do Ensino Médio e o Ensino de Física. Há uma extensa bibliografia e páginas da internet recomendadas aos professores para informações e pesquisas. Há sugestão para o planejamento do curso considerando carga horária de 2 horas-aulas/semana e curso com carga horária de 3 horas-aulas/semana. Logo após é feita uma abordagem de cada capítulo do livro para o estudante. A abordagem dos capítulos inicia-se com pequeno texto com sugestões e recomendações e depois a resolução dos exercícios propostos no livro para o estudante.

Na apresentação do livro para o estudante os autores relatam a preocupação em tornar o curso de Física interessante e agradável. Destacam a importância desta ciência tanto para os alunos que pretendem continuar estudos em carreira ligada às ciências quanto para àqueles que seguirão outras carreiras, pois os conhecimentos

de Física são 'complemento indispensável' à formação cultural do homem moderno, em virtude do desenvolvimento científico e tecnológico do mundo atual. Destacam que as leis da Física são modelos que procuram traduzir a harmonia e organização presentes na natureza, e ainda que o conhecimento físico foi construído através de "árduos esforços" de cientistas.

Logo após são dadas orientações de uso do livro, tais como a importância da leitura do texto, resolução dos exercícios e realização das experiências.

A obra "**Física Ensino Médio**" apresenta uma estruturação de temas que está organizada da seguinte forma: O **volume 01** trata os conteúdos de mecânica, distribuídos em 04 unidades: *Introdução, Cinemática, Leis de Newton e Leis de conservação*. O **volume 02** aborda os conteúdos de termologia, ótica e ondas, distribuídos em 04 unidades: *Leis de conservação, temperatura – dilatação – gases, Calor, Ótica e ondas*. O **volume 03** trata os conteúdos de eletromagnetismo, distribuídos em 03 unidades: *Campo e potencial elétrico, Circuitos elétricos de corrente contínua e Eletromagnetismo*.

Sobre essa seqüência de tópicos abordados, os autores fazem o seguinte esclarecimento: "optamos por seguir a linha tradicional, mais comum aos cursos de Física, que não criam uma guinada muito forte para professores e também para os alunos que estão enfrentando um curso de Física pela primeira vez"⁶. (Máximo e Alvarenga, Ed. Scipione, SP, 2007).

As sugestões de atividades experimentais são apresentadas ao final de cada capítulo, numa seção denominada "algumas experiências simples". Nessa coleção há ênfase nas atividades experimentais, pois, conforme tabela 4, em toda a coleção foram sugeridas 125 atividades.

⁶ MÁXIMO, Antônio e ALVARENGA, Beatriz. *Física – Assessoria Pedagógica*. São Paulo: Scipione, 2007, p.05.

Aspectos históricos foram apresentados em praticamente todos os capítulos, sendo a grande maioria, em quadros de leitura (box). Alguns capítulos apresentaram tais aspectos ao longo do texto e como texto complementar. De acordo com tabela 4, foram apresentados ao todo 48 textos.

As relações entre ciência e tecnologia são apresentadas em caixas de textos ou em texto complementar, numa seção chamada “tópico especial”.

Chama atenção a quantidade de exercícios apresentada em toda a coleção; conforme tabela 4, somente no volume 3 são sugeridos 1024 exercícios!

A distribuição dos conteúdos em relação aos elementos observados é apresentada na tabela abaixo. Maiores detalhes podem ser encontrados nas tabelas reunidas no apêndice.

TEMAS		VOLUME 1 MECÂNICA	VOLUME 2 TERMOLOGIA, ONDAS, ÓTICA	VOLUME 3 ELETROMAGNETISMO
NÚMERO DE PÁGINAS		376	400	416
% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS DA COLEÇÃO		31,5	33,6	34,9
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	QUANTIDADE	37	51	37
	FORMA	Final do capítulo	Final do capítulo	Final do capítulo
HISTÓRIA DA CIÊNCIA	QUANTIDADE	13	19	16
	FORMA	Box e Texto complementar	Box, texto complementar e ao longo do texto	Box, texto complementar
RELAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA	QUANTIDADE	5	6	7
	FORMA	Box e Texto complementar	Box, texto complementar e ao longo do texto	Box, texto complementar
EXERCÍCIOS	QUANTIDADE	830	1008	1024
	TIPO	Exemplos, fixação, revisão, problemas, testes, problemas suplementares	Exemplos, fixação, revisão, problemas, testes, problemas suplementares	Exemplos, fixação, revisão, problemas, testes, problemas suplementares

Tabela 4 – Distribuição dos Conteúdos – Livro 4 - Física Ensino Médio, volume 1, 2, 3, Máximo e Alvarenga, Ed. Scipione, SP, 2007.

LIVRO 05 (Torres e Penteadó)

A coleção seriada “*Física, ciência e tecnologia*” de autoria de Paulo César M. Penteadó e Carlos Magno A. Torres teve a sua 1ª edição publicada em 2005 pela editora Moderna. O volume 1 do livro para o estudante possui 230 páginas; o volume 02 possui 214 páginas e o volume 03 tem 262 páginas. O suplemento para o professor possui 32 páginas.

O suplemento para o professor inicia com apresentação das intenções dos autores ao escrever a coleção. A seguir é apresentado um trecho dos Parâmetros Curriculares Nacionais que trata das habilidades e competências a serem desenvolvidas no ensino de Física. Os autores apresentam as características da coleção, sugestões para utilização e discutem o processo de avaliação de desempenho dos alunos. A seguir são indicados alguns locais para informações sobre educação, *sites* da internet e referências bibliográficas. Após explanação dos aspectos gerais são feitos comentários do livro para o aluno, iniciando com os objetivos e conceitos principais de cada capítulo, sugestão de algumas estratégias didáticas e apresentada a resolução dos exercícios.

No livro para o estudante os autores apresentam a obra indicando que se trata de um trabalho que procura mostrar a presença da Física no dia-a-dia, na mídia e nas aplicações tecnológicas.

Destacam que conhecimentos relacionados à Física podem contribuir para a formação da cidadania, uma vez que, é importante que o estudante tenha um posicionamento sobre as conseqüências que as tecnologias podem trazer à sociedade.

Os assuntos tratados ao longo da coleção estão distribuídos da seguinte forma:

Volume 01: cinemática, dinâmica, estática, hidrostática e gravitação;

Volume 02: termologia, termodinâmica, ondas e óptica geométrica;

Volume 03: estática, eletrodinâmica, eletromagnetismo e física moderna.

A obra apresenta um “box” denominado “*Proposta Experimental*”, que traz sugestões de experimentos a serem realizados pelos alunos, com a utilização de materiais simples. De acordo com tabela 5, em toda coleção foram sugeridas 27 atividades experimentais.

Aspectos históricos da Física e da ciência são apresentados ao longo do texto, como citações de fatos históricos ou biografias.

A relação ciência e tecnologia é discutida ao longo do texto numa seção denominada “*Aplicação Tecnológica*” e em textos complementares.

A tabela abaixo sintetiza a distribuição dos conteúdos. Maiores detalhes podem ser encontrados em tabelas reunidas no apêndice.

TEMAS		VOLUME 1 MECÂNICA	VOLUME 2 TERMOLOGIA, ONDAS, ÓTICA	VOLUME 3 ELETROMAGNETISMO
NÚMERO DE PÁGINAS		230	214	262
% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS DA COLEÇÃO		32,6	30,3	37,1
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	QUANTIDADE	14	7	6
	FORMA	Box	Box	box
HISTÓRIA DA CIÊNCIA	QUANTIDADE	5	7	12
	FORMA	Ao longo do texto	Ao longo do texto, texto complementar.	Ao longo do texto
RELAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA	QUANTIDADE	12	10	14
	FORMA	Box, longo do texto	box	Box, ao longo do texto
EXERCÍCIOS	QUANTIDADE	511	495	303
	TIPO	Resolvido, resolva no caderno	Resolvido, resolva no caderno	Resolvido, resolva no caderno

Tabela 5 – distribuição dos conteúdos – Livro 5 - Física ciência e tecnologia, volume 1, 2, 3, Torres e Penteadó, Ed. Moderna, SP, 2005.

LIVRO 06 (Sampaio e Calçada – Volume Seriado)

A coleção “Universo da Física” é de autoria de José Luiz Sampaio e Caio Sérgio Calçada, os mesmos autores do Livro 1 (obra que tem a sua organização em volume único). A edição utilizada foi a 2ª, publicada em 2005 pela editora Atual.

O livro para o estudante, volume 01 possui 456 páginas; o volume 02 tem 520, e volume 03 possui 500 páginas. O manual do professor possui 32 páginas.

O “Suplemento para o Professor” traz o perfil dos autores, indicando a formação acadêmica dos mesmos e suas atividades docentes. Apresenta as intenções dos autores ao escrever a coleção. A seguir são apresentadas transcrições de trechos dos documentos oficiais que norteiam o ensino médio no Brasil. Logo após são apresentados os objetivos gerais da obra e sua estrutura. São recomendados alguns livros ao professor e indicados alguns *sites* de Física. Outro texto traz comentários específicos da obra, com apresentação detalhada da estrutura e delimitação dos objetivos específicos. Em seguida os autores fazem sugestões sobre a abordagem de alguns capítulos e atividades diferenciadas. É apresentada uma tabela com indicação da página do livro em que aparece contextualização e conexão entre tópicos de Física. Cada capítulo do livro para o estudante é comentado, inicialmente com algumas orientações e após é apresentado resolução de alguns exercícios propostos.

Na apresentação do livro para o estudante os autores destacam a importância da aquisição de uma cultura geral para o exercício pleno da cidadania, e situam os conhecimentos em Física fazem como parte dessa cultura. Enfatizam que a coleção “*trata de uma obra não só de Física, mas também sobre a Física*”. Em seguida apresentam a estrutura geral da obra, organizada da seguinte forma: O **volume 01**

trata os conceitos de mecânica, distribuídos em 03 unidades: *introdução à física, cinemática e dinâmica*. O **volume 02** trata os conteúdos de *hidrostática, termologia e óptica*, distribuídos em 04 unidades: *tópicos especiais de mecânica, fluidomecânica, termologia e óptica geométrica*. O **volume 03** trata os conteúdos de *ondulatória, eletromagnetismo e física moderna*, distribuídos em 04 unidades: *circuitos elétricos, eletrostática, magnetismo e ondulatória, física moderna*.

Sobre a seqüência de tópicos abordados, os autores dizem que “a distribuição desses conteúdos segue a linha já consagrada pelo mercado”⁷ (Sampaio e Calçada, Coleção Seriada, Ed. Atual, SP, 2005).

As sugestões de atividades experimentais são apresentadas em caixas de texto, denominadas “Você pode fazer”.

Os aspectos históricos da física e da ciência, de modo geral, foram apresentados em caixas de texto e ao longo do texto. As caixas de texto que tratavam o assunto foram intituladas “Física no seu devido tempo”.

As relações entre ciência e tecnologia são apresentadas ao longo do texto didático e também em caixas de texto. Nesse caso específico, chama atenção que no tópico mecânica não há nenhuma referencia a essa relação, conforme tabela 6.

⁷ SAMPAIO, José Luiz e CALÇADA, Caio Sérgio. Universo da Física: Manual do professor. São Paulo: Atual, 2005, p.10.

Distribuição dos conteúdos em relação aos elementos observados. Maiores detalhes podem ser encontrados nas tabelas reunidas no apêndice.

TEMAS		VOL 1 MECÂNICA	VOL 2 HIDROSTÁTICA, TERMOLOGIA E ÓPTICA	VOL 3 ONDULATÓRIA, ELETROMAGNETISMO
NÚMERO DE PÁGINAS		456	520	500
% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS DA COLEÇÃO		30,9	35,2	33,9
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	QUANTIDADE	6	16	17
	FORMA	box	box	box ao longo do texto
HISTÓRIA DA CIÊNCIA	QUANTIDADE	3	18	5
	FORMA	ao longo do texto box	ao longo do texto box	ao longo do texto box
RELAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA	QUANTIDADE	0	6	5
	FORMA		ao longo do texto box	ao longo do texto box
EXERCÍCIOS	QUANTIDADE	925	1508	1317
	TIPO	exemplo, aplicação, reforço, desafios e aprofundamento	exemplo, aplicação, reforço, desafios e aprofundamento	exemplo, aplicação, reforço, desafios e aprofundamento

Tabela 6 – distribuição dos conteúdos – Livro 6 - Universo da Física, volume 1, 2, 3, Sampaio e Calçada, Ed. Atual, SP, 2005.

3.3 Construindo Novas Categorias Analíticas: A Busca por um Novo Olhar

A seção anterior mostrou uma visão panorâmica dos livros didáticos de Física aprovados pelo PNLEM, o que nos permitiu um conhecimento geral acerca das referidas obras. No entanto, faz-se necessário a busca por um novo olhar que nos permita aferir a capacidade formativa de uma cultura científica na escola média a partir da contribuição dos livros didáticos.

Buscando estabelecer critérios que nos permitissem, além do panorama geral dos livros de Física, um olhar crítico sobre os mesmos na sua maneira de entender e tratar a ciência, adotamos um conjunto de categorias analíticas a partir das quais pudéssemos nos posicionar acerca das suas potencialidades e limitações no processo de formação de uma cultura científica.

Quando no capítulo 1 fizemos uso de um diagrama que buscava explicitar aspectos considerados relevantes na construção de uma cultura científica na educação básica, discutimos importantes dimensões constitutivas da ciência considerando as relações de complementaridade existentes entre aquilo que caracterizamos como **Conceitos Científicos** e **Natureza da Ciência**. No que diz respeito à natureza da ciência, aspectos epistemológicos, filosóficos e históricos indicam um processo de compreensão crítica da ciência a partir da explicitação dos seus fundamentos constitutivos, da validade dos seus argumentos e o contexto da sua produção. Assim, ao estabelecer categorias para análise do livro didático, procuramos observar se estes apresentam elementos que indicam uma concepção adequada da ciência, suas potencialidades e limitações, e do processo de construção do conhecimento científico.

Sem estabelecer dicotomias, e ainda sob a perspectiva da complementariedade, foi possível identificar duas vertentes de categorias que

poderiam nos auxiliar na composição daquilo que denominamos um novo olhar por sobre os livros didáticos de Física: uma vertente pedagógica e uma vertente epistemológica.

Assim é que, abrigando aspectos mais propriamente pedagógicos do processo educativo surgiram as categorias **Dialogicidade** e **Protagonismo Discente**. Sob uma perspectiva epistemológica as categorias utilizadas foram a **Dimensão Histórica** e **Dimensão Empírica** da Ciência e **Relação Ciência-Tecnologia**.

3.3.1 Dialogicidade

A *Dialogicidade* enquanto categoria analítica surge aqui referenciada na perspectiva pedagógica de Paulo Freire e pressupõe o entendimento do processo educativo como essencialmente comunicativo, uma comunicação que se estabelece entre educador e educando e entre ambos e a realidade que os cerca. Para Freire “a educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados” (FREIRE, 1971, p. 69). Nesta compreensão do processo educativo, o livro didático deve desempenhar importante papel propondo mediações significativas dos atores do processo com essa mesma realidade.

Como elemento básico do processo de formação cultural na educação básica, o livro didático deve ser concebido numa perspectiva dialógica, o que significa eleger a comunicação como seu elemento fundante. Acerca do diálogo, Freire faz a seguinte observação:

O que se pretende com o diálogo, em qualquer hipótese, é a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la, transformá-la. (FREIRE, 1971, p. 52).

Para que este processo se efetive, faz-se necessário uma atenção cuidadosa ao nível de discurso e aos signos lingüísticos, utilizados no processo de comunicação que a obra pretende estabelecer. É também de Freire o alerta de que “a expressão verbal de um dos sujeitos tem que ser percebida dentro de um quadro significativo comum ao outro sujeito.” (FREIRE, 1971, p. 67).

Podemos compreender a dinâmica do processo dialógico em busca do conhecimento como fundada em dos momentos básicos: o primeiro como sendo aquele em que o homem simplesmente capta a presença das coisas, sem desvelá-las em suas relações autênticas, o que para Freire ainda não constitui “*conhecimento verdadeiro*”, caracterizando o domínio da mera opinião ou “*doxa*”. A “*doxa*”, no dizer de Eduardo Nicol, “ainda que chegue a ser coerente, não traduz a coerência objetiva das coisas. Não aspira sequer a ser verificada, ou seja, compreendida por motivos racionais e não emocionais.” (NICOL apud LARANJEIRAS, 1994, p.17). O segundo nível seria aquele em que o homem busca “desvelar” a sua realidade imediata em suas razões primeiras. Aqui poderíamos localizar o ápice do processo de aprendizagem, momento no qual o indivíduo transpõe os limites das suas percepções iniciais em torno do objeto de conhecimento, num processo de progressiva determinação e aperfeiçoamento de relações. Este momento inaugura a “*episteme*”, para a qual, que segundo Heller

Conhecer um fenômeno não significa simplesmente poder reagir ante ele (ou saber produzi-lo), mas conhecer as conexões que o ligam a outros fenômenos, captar o lugar que ocupa no sistema de outros fenômenos. (HELLER apud LARANJEIRAS, 1994. p.18).

Esse modo de compreender o processo de conhecimento encontra ressonância no pensamento de Bachelard, que reforça esta necessidade apontada por Freire de superação da “*doxa*” como forma desarmada de conhecimento frente ao mundo, em favor da “*episteme*”. Em sua obra “A Formação do Espírito

Científico”, Bachelard defende a idéia de que todo conhecimento é resposta a uma pergunta e se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico.

Partindo dessa perspectiva, um texto didático deve estimular a capacidade investigativa do aluno, desenvolver uma postura de busca do conhecimento, de modo que ele assuma a condição de agente na construção do seu conhecimento (VASCONCELOS e SOUTO, 2003, p.93).

Um texto didático com postura dialógica, precisa apresentar questões capazes de desencadear um processo investigativo, Não se trata aqui de questões visando aferir o dito no texto, mas questões que proponha ao aluno a problematização do mundo, da sua realidade.

O diálogo conduz a outras atividades, propõe ao estudante a busca de conhecimento. Estimula o desenvolvimento da autonomia intelectual. Diálogo não é só conversa com o professor e/ou com outros estudantes, mas é diálogo interno dentro da própria construção do conhecimento. Para Bachelard se não houver esse diálogo, não há superação de obstáculos e, portanto, não haverá ruptura.

Elementos históricos e empíricos propiciam a dialogicidade. Por exemplo, aspectos da história da ciência reforçam a dimensão dialógica do texto; atividades experimentais têm o papel de explicitar a dimensão empírica da ciência ao estabelecerem diálogo com a própria realidade, e isso ocorre na medida em que o estudante coleta dados, organiza informações, controla variáveis, analisa resultados.

3.3.2 Protagonismo discente

Se, como propõe Freire, adotamos uma perspectiva em que “conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos” (FREIRE, 1971, p.27), o protagonismo do estudante deve ser considerado prioritário. A atitude consciente do indivíduo frente

ao ato de conhecer é a única capaz de instrumentalizá-lo em sua ação transformadora da realidade. Estamos diante de uma concepção onde o conhecimento é percebido em sua natureza “construtiva”, como resultado de uma elaboração do pensamento, fruto da ação do sujeito, protagonista mesmo do processo educativo.

Essa confrontação com o mundo, com a realidade, faz do homem um agente, um protagonista. No contexto educacional, o estudante inserido no processo de busca de conhecimento, e da relação deste com a realidade, com o seu mundo vivencial. Esse é o sentido para protagonismo discente.

No processo educativo Freire destaca que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p.47). Nesse sentido, o texto didático deve estar comprometido com o estímulo à capacidade investigativa do estudante, apresentar situações em que o aluno problematize o conhecimento adquirido, estimular a reflexão crítica sobre o ato de conhecer.

Um texto didático pode incentivar o protagonismo discente ao contextualizar adequadamente o conteúdo e problematizar, de modo inteligente, os conceitos. Isso significa não trazer conceitos prontos e acabados, mas abrir espaço para questionamento, para confronto com suas “experiências primeiras”, conforme preconiza Bachelard. Assim sendo, os estudantes poderão sentir-se desafiados e também descobrir que os conteúdos curriculares podem ter significados em suas vidas.

3.3.3 Dimensão empírica

A realização de experimentos como estratégia de ensino é defendida por muitos autores, e o seu uso tem sido apontado como uma das maneiras de minimizar as dificuldades de ensinar e aprender Física (ARAÚJO e ABIB, 2003). Entretanto, mesmo sendo consensual o potencial desse instrumento, essa atividade é pouco explorada no ambiente escolar, e os motivos são diversos, desde problemas de inexistência de aulas preparadas para uso do professor até a formação docente (BORGES, 2002), passando por livros didáticos que abordam o tema somente com orientações tipo “livro de receitas” (ARAÚJO e ABIB, 2003).

Entendemos que a experimentação é um elemento importante no ensino de ciências, tendo em vista que através dela se pode explicitar a dimensão empírica da ciência. Portanto o ensino experimental “deve ser usado não como um instrumento a mais de motivação para o aluno, mas sim como um instrumento que propicie a construção e aprendizagem de conceitos e modelos científicos.” (BARBOSA et al, 1999, p.106).

Embora a experimentação seja uma prática, ainda que não generalizada no ensino de ciências, em muitas situações o papel da experimentação tem sido criticado. Hodson (apud CACHAPUZ et al, 2005, p.99) considera que a atividade experimental tal como é conduzida em muitas escolas é de concepção pobre, confuso e não produtivo. Borges (2002) argumenta que as principais críticas em relação à experimentação são: atividades não relacionadas aos conceitos físicos; muitas não são relevantes, pois o problema e o procedimento já são previamente determinados; a montagem dos equipamentos requer muito tempo; não são feitas análises e interpretações dos resultados e do próprio significado da atividade.

Tais críticas mostram ênfase nos processos em detrimento dos resultados, o que resulta em não provocar mudança nas concepções e modelos prévios⁸ dos estudantes. Um outro aspecto a ser considerado é o reforço da visão empírico-indutivista da ciência, pois muitos associam as atividades experimentais à capacidade de verificar/comprovar leis e teorias científicas, ensinar o método científico. Essa concepção leva a entender que atividades experimentais didáticas tenham mesma natureza das práticas experimentais dos cientistas (BORGES, 2002).

Mesmo concordando com as críticas feitas, não podemos descartar a importância da experimentação no ensino de Física. Tal atitude significa ignorar a dimensão empírica da ciência, é anular um de seus elementos constitutivos. Por isso, as atividades experimentais necessitam ser redefinidas, e considerar os novos objetivos do ensino de ciências. Nesse sentido, Hodson (apud CACHAPUZ et al, 2005, p.101) considerou que as atividades experimentais teriam como objetivos centrais:

1. Aprendizagem das ciências: como a aquisição e o desenvolvimento de conhecimentos teóricos (conteúdos das ciências).
2. Aprendizagem sobre a natureza das ciências: o desenvolvimento da natureza e dos métodos da ciência, tomando consciência das interações complexas entre ciência e sociedade.
3. A prática da ciência: desenvolvimento dos conhecimentos técnicos, éticos, entre outros, sobre a investigação científica e a resolução de problemas. (HODSON, apud CACHAPUZ et al, 2005, p. 101).

As atividades experimentais podem proporcionar o desenvolvimento de habilidades tais como fazer observações, classificar, prever, formular hipóteses, medir grandezas físicas, fazer montagens e usar de equipamentos específicos. Podem, ainda, desenvolver técnicas de investigação, tais como repetição de

⁸ Modelos prévios estão sendo compreendidos como concepções apresentadas pelos estudantes, que diferem das concepções aceitas pela comunidade científica. (GRAVINA e BUCHWEITZ, 1994).

procedimentos para aumentar confiabilidade dos resultados obtidos, aprender a colocar informações em diferentes formas de representação – gráficos, diagramas, esquemas, tabelas (BORGES, 2002, p.297).

Tamir (apud CACHAPUZ et al, 2005) distingue dois tipos de experimentação: verificação e investigação. No primeiro caso, o problema, as demonstrações e instruções diretas, são feitos pelo professor; é algo tipo “receita”. No segundo tipo de experimentação esta deve ser um meio para explorar as idéias dos alunos; desenvolver a compreensão conceitual; ser sustentada por base teórica com o objetivo de orientar a análise de resultados; ser delineada pelos alunos a fim de possibilitar o controle da aprendizagem.

Araújo e Abib (2003) classificam a experimentação em demonstração, verificação e investigação. O primeiro tipo de experimentação é subdividido em demonstração aberta e demonstração fechada, sendo esta última uma simples ilustração de determinado fenômeno físico, uma atividade centrada no professor; já a demonstração aberta é identificada como um tipo de investigação. A experimentação por investigação não faz uso de roteiros, possibilita aos alunos o teste de hipóteses, propicia capacidade de observação e descrição de fenômenos. A experimentação por verificação trabalha com atividades conduzidas de modo a buscar a verificação da validade de alguma lei física.

Os autores acima citados, ao analisarem artigos relacionados à utilização da experimentação como estratégia de ensino, no período de 1992 a 2001, tendo como referência trabalhos publicados em revistas nacionais da área, concluíram que os resultados “reafirmam posições já estabelecidas para o importante papel da experimentação no ensino de Física” (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.191)

Um texto didático necessita incorporar essa dimensão empírica da ciência. Trabalhar com o aluno a percepção de que a ciência não nasce de uma forma indutiva, a teoria não é construída a partir da experiência, mas a experiência tem um papel relevante na construção da ciência. As atividades experimentais propostas nos livros didáticos precisam traduzir esse papel relevante da experimentação, indicar atividades com metodologias diferenciadas, explicitando os objetivos a serem alcançados. Atividades que levem estudantes a uma reformulação de suas explicações causais para fenômenos investigados; favorecer entendimento do uso de instrumentos de medida, tratamento gráfico, tratamento estatístico de dados; elaborar situações que possibilitem análises, reflexões e generalizações.

3.3.4 Dimensão histórica

A formação da cultura científica abrange dois aspectos: a natureza dos conceitos científicos e a natureza da ciência. Conforme explicitado no capítulo 1 e sintetizado no esquema apresentado no referido capítulo, a dimensão histórica incide sobre a natureza da ciência.

O texto didático precisa apresentar uma visão de ciência que aborde tanto a dimensão da natureza dos conceitos científicos quanto da natureza da ciência. É nesse sentido que informações sobre a vida dos cientistas, aspectos histórico-culturais de sua época, concepções e teorias aceitas nesse período, as controvérsias e dificuldades para aceitar novas idéias, podem contribuir para uma nova visão da ciência e do cientista e a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Martins (2006) argumenta que o estudo adequado de alguns episódios históricos permite perceber o processo social e gradativo da construção do

conhecimento; compreender que a ciência não é o resultado da aplicação de um “método científico” que permita chegar à verdade; contribui de forma insubstituível na formação de uma concepção adequada sobre a natureza das ciências suas limitações e relações com outros domínios; pode auxiliar no próprio aprendizado dos conteúdos científicos.

Um texto didático que apresenta tais aspectos históricos contribui para a formação de uma cultura científica, diferente de um texto que apresenta a história da ciência somente com o uso de nomes e datas, transmitindo a concepção de ciência constituída por grandes cientistas e fatos marcantes.

3.3.5 Relação Ciência-Tecnologia

O mundo contemporâneo é constituído por objetos tecnológicos, de modo que o homem é fortemente marcado pela presença da tecnologia em sua vida diária. Do mesmo modo a ciência tem grande impacto nesse mundo. Assim a nossa cultura é marcada tanto pela tecnologia como pela ciência, caracterizando uma cultura científica.

As relações entre ciência e tecnologia são complexas. Se nos voltarmos para o mundo grego, veremos que a *techné* constituía um saber prático, em oposição ao saber teórico. Com a revolução científica no século XVII, a ciência deixa de ser teórica para tornar-se ativa, com isso a técnica passa a ser considerada consequência prática do conhecimento teórico. Contemporaneamente a técnica não é mais considerada aplicação do saber teórico, passa a ser considerada como uma tecnologia, como uma prática tendo sua lógica própria suscetível de determinar a sociedade onde se insere, através dos modelos e dos fins que ela impõe (JAPIASSU, 2005, p.212).

Ricardo et al, em artigo que trata sobre a tecnologia como objeto de ensino no ensino médio, faz a seguinte consideração:

Um ponto de vista razoável pressupõe compreender ciência e tecnologia como atividades próprias dos seres humanos, específicas e distintas, embora indissociáveis, pois assim como ciência e tecnologia evoluíram, também suas imbricações foram gradativamente se complexificando, obscurecendo a demarcação entre seus elementos. No passado era possível diferenciar nitidamente o prático e o cientista, algo fora do alcance hoje. (RICARDO et al, 2007, p.139).

Podemos observar essa complexa relação entre ciência e tecnologia no mundo contemporâneo, de modo que a ciência utiliza-se dos aparatos tecnológicos assim como a pesquisa em tecnologia apóia-se em conceitos científicos. No que se refere ao processo educacional, as inter-relações entre ciência e tecnologia são discutidas nos documentos orientadores do ensino médio brasileiro e em movimentos educacionais.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) propõem um currículo em que as áreas do conhecimento estejam vinculadas à tecnologia e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) ressaltam a importância da tecnologia, pois esta seria uma tentativa de aproximar a escola do mundo moderno. Já o movimento Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) defende a visão crítica sobre a natureza da ciência e seu papel na sociedade contemporânea, tratando de questões sociais de relevância e interesse científico.

O texto didático ao tratar da natureza das ciências e dos conceitos científicos precisa apresentar as inter-relações com a tecnologia. Uma possível abordagem seria a explicação de aparatos tecnológicos, seu funcionamento, informações técnicas e conhecimentos científicos envolvidos, de modo a contribuir para o desenvolvimento da autonomia crítica do estudante e trazer reflexões acerca da produção e uso de tais tecnologias.

O quadro a seguir pretende uma apresentação sintética das categorias utilizadas no processo de análise.

Categoria de análise	Aspectos analisados
Dialogicidade	Nível e estilo de discurso utilizado ao longo do texto no trabalho didático-pedagógico com os diferentes temas
Protagonismo Discente	Grau de inserção dos estudantes, adotado pelos autores ao longo do texto, no processo de investigação dos temas abordados.
Dimensão Empírica	Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à dimensão empírica da ciência.
Dimensão Histórica	Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à dimensão histórica da ciência.
Relação Ciência e Tecnologia	Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à relação entre ciência e tecnologia.

3.4. Os Livros de Física: Uma Perspectiva Analítica

Com base nas categorias analíticas propostas anteriormente, buscamos analisar os livros pré-selecionados no PNLEM.

3.4.1 Aspectos gerais e organização dos conteúdos

Dos livros analisados observamos que na seção dirigida ao professor todos os autores apresentam os objetivos e pressupostos teórico-metodológicos que fundamentaram a elaboração da obra, descrevem a estrutura geral, fazem sugestões de atividades complementares, fornecem respostas dos exercícios propostos aos alunos, conforme dispõe o edital de inscrição dos livros didáticos para o PNLEM. Assim sendo, observa-se uma padronização. Os livros didáticos são organizados conforme padrões pré-estabelecidos.

Para atingir o padrão proposto é nítida a preocupação em apresentar a obra em sintonia com os documentos oficiais orientadores do ensino médio brasileiro. Isso pode ser observado nos textos que integram o manual do professor, pois abordam temas sobre contextualização, atividades experimentais, atividades interdisciplinares, habilidades e competências. Esses temas correspondem a alguns princípios presentes nos documentos oficiais. Provavelmente essa preocupação dá-se por conta do processo de análise que estes livros foram submetidos, pois a aprovação no PNLEM, implica em provável aquisição de milhares de exemplares para o programa de distribuição gratuita do livro didático do Governo Federal.

Assim, os livros didáticos expressam, no manual do professor, a opção pelos princípios norteadores dos documentos oficiais. Em artigo elaborado por Abreu et al (2005) as autoras discutem como os livros didáticos recontextualizam as políticas

públicas do currículo, e observam que há ressignificação das propostas oficiais associadas aos interesses editoriais e às visões dos próprios autores.

Em nossa análise dos livros didáticos foi possível observar a divergência entre as informações e orientações apresentadas no manual do professor e a organização do conteúdo no livro do estudante. Como exemplo podemos citar o **Livro 2 (Sampaio e Calçada)**, que menciona a preocupação dos autores com a contextualização:

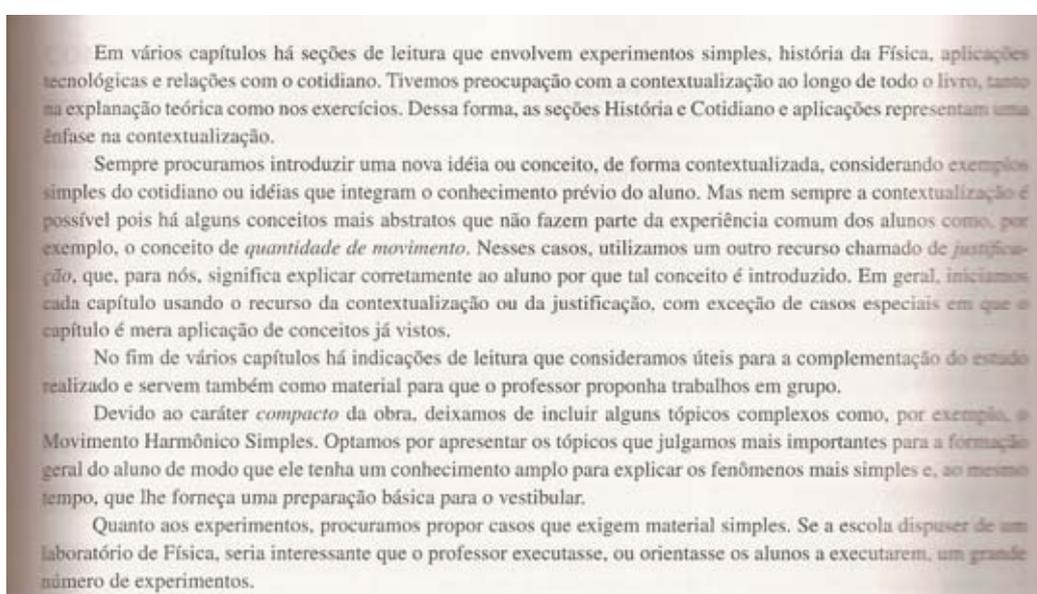


Figura 1- SAMPAIO, José Luis e CALÇADA, Caio Sérgio. Física volume único, manual do professor – estrutura da obra, características gerais. 2.ed. São Paulo: Atual. 2005. p. 9.

Contextualização é um dos princípios difundidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e tem importância para a formação de uma cultura científica, tendo em vista que através da contextualização o estudante pode ser incentivado a problematizar o seu cotidiano e o espaço à sua volta e dessa forma estimular a necessidade de conhecer mais, de estabelecer diálogo com o conhecimento.

Embora valorizando o processo de contextualização na apresentação aos professores, isso não ocorre na construção do texto no livro para o aluno. Ao observar a tabela 2 (distribuição dos conteúdos em relação aos elementos observados do livro Física, volume único, Sampaio e Calçada) vemos que elementos importantes para a contextualização tais como aspectos da história da ciência e relação entre ciência e tecnologia aparecem, em sua maioria, na forma de ‘box’ e em todo o livro há apenas 5 citações de aspectos relacionados à história da ciência e 4 citações de texto que abordam a relação ciência-tecnologia.

Considerando a dimensão histórica como dimensão constitutiva da ciência, que permite perceber a construção do conhecimento em seu contexto, e ainda a relação ciência-tecnologia como aspecto presente na vida cotidiana dos estudantes, e ainda mais, que o livro trata de todo o conteúdo propostos para o ensino médio, a contextualização pretendida pelos autores não se faz presente no livro para o aluno.

Outro aspecto observado nos livros refere-se à *organização dos conteúdos*. Dos livros analisados observamos que os conteúdos são divididos de modo tradicional: *mecânica, termologia, ótica, ondas, eletromagnetismo e física moderna*. Todos eles adotam as mesmas categorias e nomenclatura. A porcentagem de páginas dedicadas a um determinado tema muda muito pouco de um livro para outro, conforme mostram as tabelas de distribuição de conteúdos.

Os livros didáticos de física se mostram bastante padronizados. Todos estão organizados em áreas da física que preservam diferentes campos dos fenômenos físicos. Com relação a esse aspecto Fracalanza (2006) faz as seguintes considerações:

Os livros escolares, por sua vez, também exprimem a reelaboração dos conteúdos das diversas áreas de conhecimento a que se referem. Porém, o fazem de **forma acentuadamente padronizada**. De fato, se tomarmos uma específica série de escolaridade, esses recursos para o ensino de Ciências, quase sem exceção, apresentam idênticos conteúdos, organizados em

seqüência bastante semelhante, utilizam exemplos parecidos, bem como sugerem a realização de exercícios e atividades similares. (FRACALANZA, 2006, p.178). Grifo do autor.

Mesmo admitindo a padronização, o que nos chama a atenção é que os fenômenos físicos são apresentados de forma fragmentada. Como exemplo o sumário do livro 1 (Gaspar):

6		SUMÁRIO	
INTRODUÇÃO – O QUE É FÍSICA?	11	CAPÍTULO 5	MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (I) 53
1. Profecias e previsões científicas: magia e ciência	11	1. Aceleração média e instantânea	53
2. A física: uma construção humana	12	2. Movimento retilíneo uniformemente variado	55
3. Como a ciência funciona	13	3. Função da velocidade em relação ao tempo	56
4. Física: áreas de atuação	14	4. Função da posição em relação ao tempo	57
5. Aplicações tecnológicas	14	CAPÍTULO 6	MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (II) 61
6. Física, civilizações extraterrestres e vida após a morte	14	1. Função da velocidade em relação à posição – Equação de Torricelli	61
7. Concluindo: o que é física?	15	2. Gráficos do MRUV	62
UNIDADE I MECÂNICA	16	CAPÍTULO 7	MOVIMENTOS SOB A AÇÃO DA GRAVIDADE 70
CAPÍTULO 1	GRANDEZAS E VETORES 17	1. Movimento de queda livre	70
1. Grandezas e unidades	17	2. Funções do movimento de queda livre	71
2. Grandezas fundamentais e derivadas	18	3. Lançamento vertical	73
3. Sistema Internacional de Unidades	18	CAPÍTULO 8	LEIS DE NEWTON 78
4. Grandezas escalares e vetoriais	19	1. Conceito de força	78
5. Representação de grandezas vetoriais: vetor	19	2. Inércia: Primeira Lei de Newton	79
6. Soma de vetores	20	3. Força, massa e aceleração: Segunda Lei de Newton	80
Conteúdo complementar: Trigonometria no triângulo retângulo e decomposição de vetores	24	4. Newton: unidade de força do SI	81
CAPÍTULO 2	ESTUDO DOS MOVIMENTOS 26	5. Ação e reação: Terceira Lei de Newton	83
1. Conceito de movimento	26	CAPÍTULO 9	PESO E EQUILÍBRIO ESTÁTICO 87
2. Espaço percorrido e velocidade escalar	27	1. Massa e peso	87
3. Ponto material e referencial	30	2. Estática do ponto material	89
4. Trajetória	32	CAPÍTULO 10	APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON (I) 96
CAPÍTULO 3	MOVIMENTOS RETILÍNEOS 36	1. Da cinemática à dinâmica	96
1. Movimentos retilíneos	36	2. Forças de interação: aplicações da Terceira Lei de Newton	100
2. Posição e deslocamento	37	CAPÍTULO 11	APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON (II) 105
3. Velocidade média e velocidade instantânea	38	1. Plano inclinado: componentes do peso de um corpo	105
4. Funções e gráficos: descrição matemática dos movimentos	40	2. Atrito	107
CAPÍTULO 4	MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME 44		
1. Função da posição em relação ao tempo	44		
2. Estudo gráfico do MRU	46		

Figura 2 - Gaspar, Alberto. Física, volume único. 1.ed. São Paulo: 2007. p. 6.

Neste livro o tema movimento foi tratado em diversos capítulos. A divisão pode ser uma estratégia, mas a física apresentada não pode ser definida por essa estratégia. Se o livro de mecânica trabalha os movimentos, mas o tema gravitação não articula os conhecimentos, teremos uma visão fragmentada da física.

O livro que se distingue nesse aspecto é o **Livro 3 (Gonçalves Filho e Toscano)** que tem organização dos conteúdos com outra concepção que é a ideia de leis de conservação, conforme exemplo:

Índice	
1. Mecânica	
Forças	
■ Forças e interações	15
■ Força gravitacional (para corpos próximos do nosso planeta)	18
■ Força normal, força de atrito e resistência do ar	21
Lei fundamental dos movimentos	
■ Impulso de uma força	31
■ Quantidade de movimento de um objeto e sua variação	33
■ Lei fundamental dos movimentos ou segunda lei de Newton	35
■ Outra formulação da segunda lei de Newton	37
■ Queda livre e plano inclinado	40
Ação e reação, inércia e conservação da quantidade de movimento	
■ Lei da ação e reação	45
■ Lei da inércia	53
■ Conservação da quantidade de movimento	57
Gravitação	
■ As órbitas dos planetas e dos satélites: as leis de Kepler	65
■ Lei da gravitação universal	70
■ Campo gravitacional	72
■ Força centrípeta	74
Estática	
■ Equilíbrio de forças	81
■ Torque (ou momento) de uma força e equilíbrio estático	86
Estática dos fluidos	
■ Fluidos, densidade e pressão	93
■ Princípio de Pascal	99
■ Princípio de Arquimedes	100
Energia	
■ Energia, formas de energia e conservação	107
■ Conservação da energia mecânica	109
■ Energia potencial de interação elástica e energia dissipada	114
Trabalho e potência	
■ Trabalho: medida da energia transferida e/ou transformada	121
■ Cálculo do trabalho através da energia potencial de interação gravitacional	123
■ Cálculo do trabalho através da força e do deslocamento	124
■ Potência	129

Figura 3 - GASPAR, Alberto. Física, volume único. 1.ed. São Paulo: 2007.

A atual estrutura dos livros didáticos demonstra que não há uma percepção dos elementos estruturadores do conhecimento em Física. Os tópicos são dispersos, não encontram unidade. Se buscassem unidade, o número de tópicos poderia ser reduzido aumentando-se a densidade da obra em termos de conhecimento Físico.. Por exemplo, gravitação seria um tema agregador de muitos tópicos; a interação Luz-Matéria, como uma temática fundamental para o entendimento de vários fenômenos no campo da ótica poderia encontrar espaço.

A opção dos livros didáticos em tratar temas de física de forma tão segmentada pode consolidar uma visão de ciência fragmentada e compartimentada. Visão esta tão questionada por diversas pesquisas na área de ensino. Por isso torna-se essencial uma releitura dessas áreas, de modo a privilegiar as características mais essenciais que dão consistência ao conhecimento da Física, que permita desenvolver um olhar investigativo sobre o mundo real, que forme uma cultura científica.

Um contraponto a essa fragmentação seria incorporar a proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais, que sugerem temas estruturadores, que são exemplos de releitura e organização dos conteúdos da Física.

Destacamos a importância da inovação nas categorias usadas, nos índices dos textos; essa idéia é melhor incorporada nos livros paradidáticos, mas poderiam ser também adotadas nos livros didáticos.

Muitos autores não montaram LD nessa perspectiva, pois não dominam essas áreas, mas há outros que concordam e não fazem, pois os LD não seriam aceitos pelo mercado editorial.

3.4.2 Dialogicidade

Em termos de dialogicidade iremos observar, nos livros didáticos, a estrutura apresentada. Embora o termo dialogicidade não tenha sido usado pelos autores, estamos partindo do pressuposto que o objetivo é estabelecer uma comunicação com os estudantes, o que estamos interpretando como dialogicidade.

Utilizar a imagem como recurso ao iniciar determinado capítulo, para estabelecer uma comunicação, um diálogo com o aluno, foi estratégia adotada por cinco, entre os seis livros analisados. A função das imagens é promover a interação dos estudantes com o texto apresentado, e assim, estimular o diálogo. Uma imagem adequada deve possuir legenda e ter relação com o texto.

O que observamos nos livros didáticos de Física foi uma utilização frágil desse recurso. Em um livro as imagens não têm legenda; em outros livros as imagens são legendadas, mas o texto não faz referência às imagens; somente um livro apresenta a imagem junto à uma pergunta e no decorrer do texto retoma o questionamento.

Apresentaremos alguns exemplos que foram retirados dos livros analisados. Cabe ressaltar que a escolha de tais exemplos não obedeceu a um critério específico.

O **Livro 2 (Sampaio e Calçada)** não traz legenda ou comentários sobre as imagens colocadas no início do capítulo, e também não faz referência ao longo do texto do capítulo sobre tais imagens. Como exemplo:

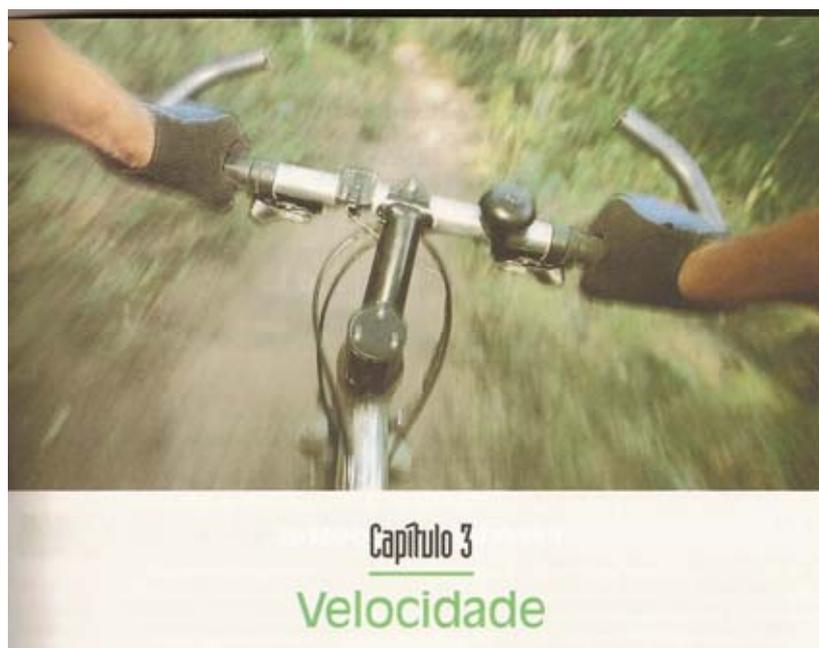


Figura 4 - SAMPAIO, José Luis e CALÇADA, Caio Sérgio. Física volume único, 2.ed. São Paulo: Atual. 2005. p. 12.

Os Livros 1 (Gaspar), 4 (Máximo e Alvarenga), 5 (Penteado e Torres) fazem pequenos comentários sobre as imagens, mas ao longo do texto não fazem referência às imagens ou ao texto proposto no início do capítulo. Como exemplos:

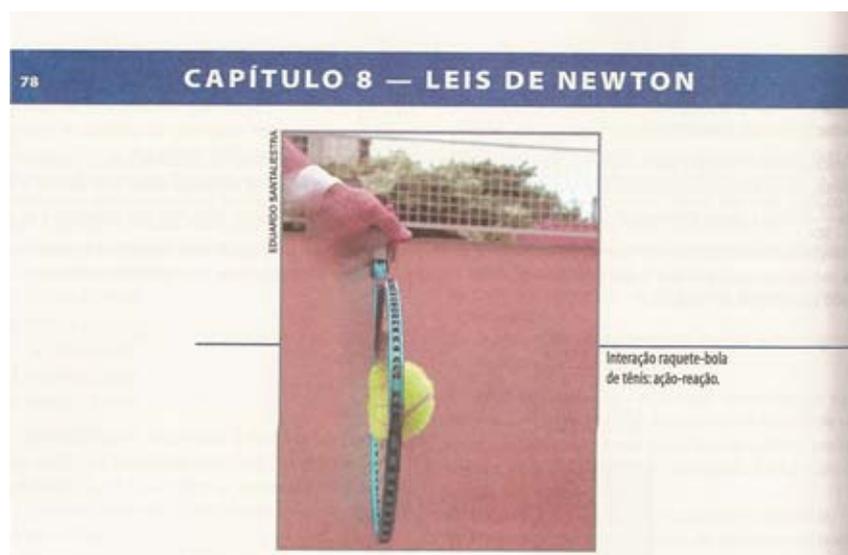


Figura 5 - GASPAR, Alberto. Física, volume único. 1.ed. São Paulo: 2007. p.78.

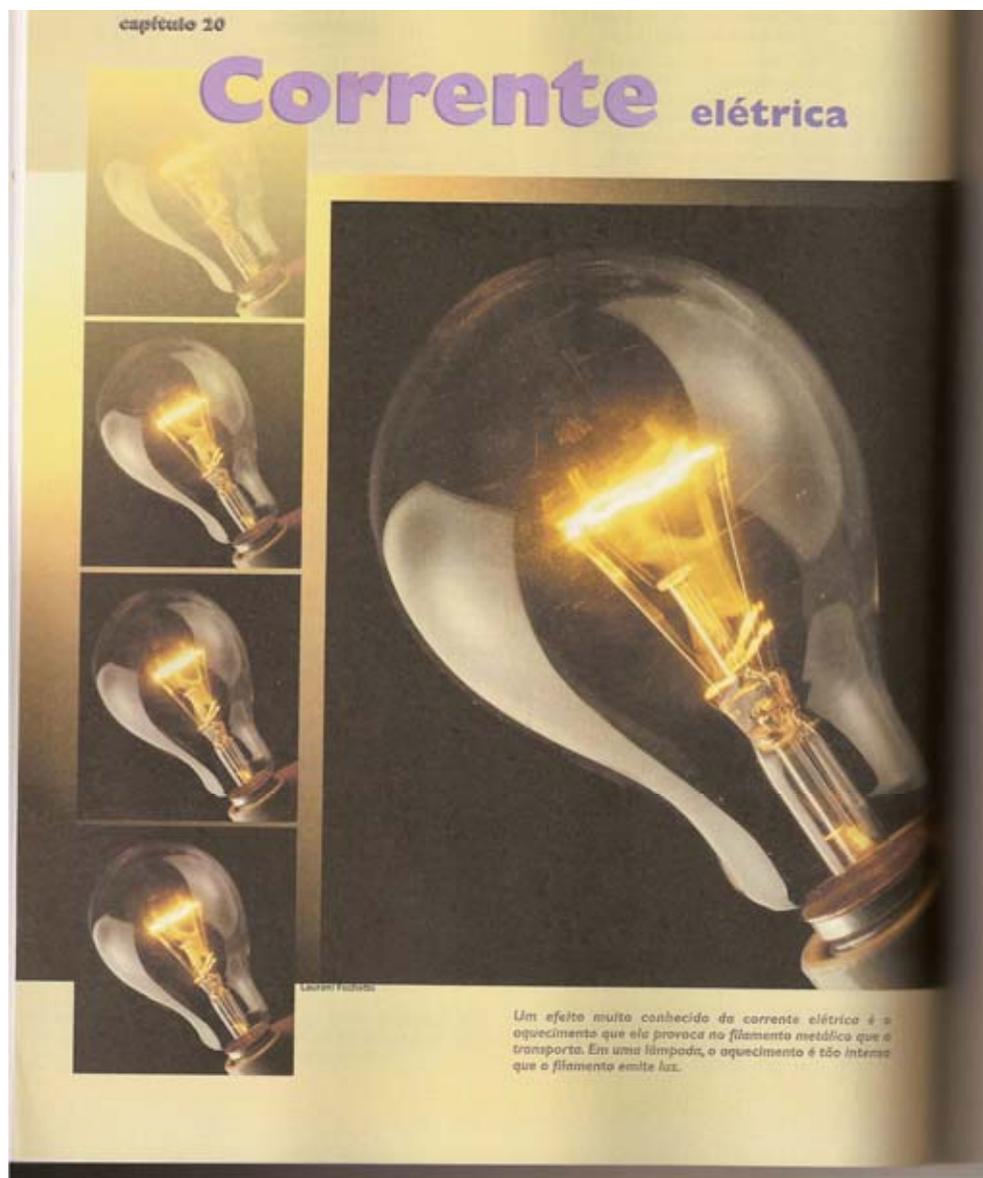


Figura 6 - MÁXIMO, Antonio e ALVARENGA, Beatriz. Física, vol 3. São Paulo: Scipione, 2000. p.108.



Figura 7 - PENTEADO, Paulo Cesar e TORRES, Carlos M. Física, vol 1. São Paulo: Moderna, 2005. p. 122.

Já o **Livro 6 (Sampaio e Calçada)** apresenta a imagem, uma situação e um questionamento. Ao longo do texto a pergunta é retomada e respondida. Como exemplo:



Figura 8 - SAMPAIO, José Luiz e CALÇADA, Caio Sérgio. Universo da Física, vol 2, 2.ed. São Paulo: Atual, 2005. p. 241.



Figura 9 - SAMPAIO, José Luiz e CALÇADA, Caio Sérgio. Universo da Física, vol 2, 2.ed. São Paulo: Atual, 2005. p. 248.

Embora a imagem possa ser um recurso utilizado para estabelecer um diálogo em torno de determinado tema, os livros didáticos analisados não exploraram adequadamente esse recurso, tendo em vista que as imagens apresentadas no início dos capítulos não são discutidas ao longo do texto, e um possível diálogo não é estabelecido.

Uma outra característica comum entre os livros didáticos é estrutura que eles apresentam: um texto em que os conhecimentos de física são apresentados em seções ao longo do capítulo e após essas seções são propostos exercícios. O texto é complementado por boxes ou textos complementares que tratam de temas do cotidiano, aplicações tecnológicas, história da ciência, atividades experimentais, reportagens veiculadas em jornais e revistas.

Podemos observar nos exemplos a seguir, uma grande semelhança na estrutura dos livros.

O **Livro 2 (Sampaio e Calçada)** ao apresentar o conteúdo “*expansão térmica de sólidos e líquidos*”, apresenta os conceitos físicos e uma expressão matemática; resolve um exercício em que há aplicação direta da equação matemática apresentada; sugere exercícios semelhantes ao exercício resolvido. No decorrer do texto foi inserido um “box” que apresenta situações em que se pode observar o tema apresentado.



Capítulo 32
Expansão térmica de sólidos e líquidos

Vemos que a temperatura de um corpo está relacionada com a agitação de suas moléculas. Assim, quando a temperatura aumenta, aumenta também a agitação das moléculas. Em geral, isso ocasiona um aumento da distância média entre elas, o que, por sua vez, acarreta uma expansão (ou dilatação) do corpo. Tal fato acontece desde que não haja forças externas que impeçam a expansão, como, por exemplo, no caso de um gás confinado em um recipiente de volume invariável.

Se o aumento de temperatura produz expansão do corpo, uma redução de temperatura provoca diminuição de volume, isto é, a contração do corpo (Fig. 6).

Neste capítulo estudaremos a expansão térmica de sólidos e líquidos; em quem serão analisados no capítulo 36.

Em geral é difícil perceber a expansão térmica dos corpos. Por exemplo, uma barra de ferro de comprimento 1 metro a 0 °C, quando aquecida a 100 °C, terá um aumento na sua comprimento de apenas 1 milímetro. A Torre Eiffel (Fig. 7), situada em Paris, é feita de aço e tem uma altura de aproximadamente 320 metros. Entre um dia em que a temperatura ambiente é 0 °C e outro em que a temperatura ambiente é 30 °C, sua altura varia aproximadamente 11 cm.




165

Cotidiano e aplicações

Calor e dilatação

Em nosso cotidiano, encontramos várias situações nas quais é necessário levar em conta a expansão térmica. As tampas de tampas de vidro de conserva ou garrafas "emperradas" (Fig. 8). Para soltá-las, a dica de casa coloca o vidro dentro de um recipiente contendo água quente. A tampa é feita de metal e, para um mesmo aumento de temperatura, o metal dilata-se mais que o vidro, facilitando a retirada da tampa.

Os trilhos de ferro são colocados de modo que há um pequeno espaço entre eles (Fig. 9), para evitar deformações quando se aquecem. Às vezes, podem ocorrer situações como a da figura 8. Nela, vemos a foto dos trilhos de uma ferrovia que passa perto de uma floresta nos Estados Unidos. Um grande incêndio na floresta provocou aumento excessivo de temperatura, ocasionando a deformação nos trilhos.





Figura 8 Figura 9 Figura 10

Dilatação linear dos sólidos

Conseqüentemente analisando a dilatação dos sólidos. Às vezes, estamos interessados em conhecer a dilatação do corpo em apenas uma de suas dimensões; por exemplo: só a dilatação no comprimento, no caso dos trilhos do trem, ou só a dilatação no raio de uma esfera, ou no comprimento de fios em um circuito de um cubo. Nesse caso falamos em dilatação linear.

Consideremos uma barra que tenha comprimento L_0 , a temperatura θ_0 , e comprimento L à temperatura θ (Fig. 8). A variação de comprimento ΔL , e a variação de temperatura $\Delta \theta$ são dadas por:

$$\Delta L = L - L_0 \text{ e } \Delta \theta = \theta - \theta_0$$


169

Capítulo 32 - Expansão térmica de sólidos e líquidos

A expansão térmica mostra que:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta \theta \quad (1)$$

onde α é uma constante de proporcionalidade chamada de **coeficiente de dilatação linear** cujo valor depende do material. Na tabela 1 damos os valores de α para alguns materiais.

Tabela 1 - Coeficientes de dilatação linear a 20 °C.

MATERIAL	α em $^{\circ}\text{C}^{-1}$	MATERIAL	α em $^{\circ}\text{C}^{-1}$
alumínio	$23 \cdot 10^{-6}$	vidro	$9 \cdot 10^{-6}$
ferro	$12 \cdot 10^{-6}$	quartzo	$0,2 \cdot 10^{-6}$
latão	$18 \cdot 10^{-6}$	vidro comum	$9 \cdot 10^{-6}$
carbono	$8 \cdot 10^{-6}$	vidro pirex	$3 \cdot 10^{-6}$
cálcio	$17 \cdot 10^{-6}$	invariante	$0 \cdot 10^{-6}$

Da equação (1) resulta:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta \theta}$$

Como ΔL e L_0 têm a mesma unidade, como fazemos que:

$$\text{unidade de } \alpha = \frac{\text{unidade de } \Delta L}{\text{unidade de } L_0 \cdot \text{unidade de } \Delta \theta} = \text{unidade de } \Delta \theta^{-1}$$

Normalmente adotamos as $^{\circ}\text{C}^{-1}$ como unidade de α , mas poderia ser K^{-1} ou $^{\circ}\text{F}^{-1}$.

Se, na equação (1), substituirmos ΔL por $L - L_0$, temos:

$$L - L_0 = \alpha L_0 \Delta \theta \text{ ou } L = L_0 + \alpha L_0 \Delta \theta \text{ ou } L = L_0 (1 + \alpha \Delta \theta)$$

Exercício resolvido

1. Uma barra de aço tem, a 10 °C, um comprimento de 5,000 m. Se aquecemos essa barra até que sua temperatura seja 60 °C, qual será o novo comprimento da barra, sabendo que o coeficiente de dilatação linear do aço é $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$?

Resolução

Para isso, temos $\theta_0 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e $\theta = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Assim, a variação da temperatura é:

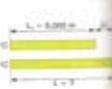
$$\Delta \theta = \theta - \theta_0 = 60 \text{ }^{\circ}\text{C} - 10 \text{ }^{\circ}\text{C} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Sendo $L_0 = 5,000$ m, temos:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta \theta = (12 \cdot 10^{-6}) (5,000) (50) = 3,0 \cdot 10^{-2}$$

$$\Delta L = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 0,030 \text{ m} = 3 \text{ mm}$$

Assim $L = L_0 + \Delta L = 5,000 \text{ m} + 0,030 \text{ m} = 5,030 \text{ m}$



170

Figura 10 - SAMPAIO, José Luis e CALÇADA, Caio Sérgio. Física volume único, 2.ed. São Paulo: Atual. 2005. p. 168 -170

O Livro 4 (Máximo e Alvarenga) ao apresentar o conteúdo “linhas de força” descreve o tema, apresenta um “box” com biografia de Michael Faraday, resolve um exercício e propõe outros exercícios.

18.3. Linhas de força

O QUE SÃO LINHAS DE FORÇA

O conceito de linhas de força foi introduzido pelo físico inglês M. Faraday, no século XIX, com a finalidade de representar o campo elétrico através de diagramas.

Michael Faraday (1791-1867)

Físico experimental inglês de grande renome, Faraday iniciou sua carreira como vendedor de livros. Ele próprio afirma que sua educação consistiu “em pouco mais do que ler, escrever e rudimentos da matemática” em uma escola primária comum. Assistido à algumas conferências de Sir Humphrey Davy na Real Academia de Londres, passou a se interessar pela pesquisa científica, começando, assim, a estudar Química. Em 1813, foi admitido por Davy como seu assistente na Real Academia, iniciando uma brilhante carreira que se transformaria em um dos maiores físicos experimentais da história. São numerosas suas contribuições para o desenvolvimento da Química, do Magnetismo, da Eletricidade e da Óptica. Faraday foi também um excelente conferencista e possuía o dom de explicar com simplicidade os resultados das suas pesquisas para os não-cientistas.



Para que possamos compreender esta concepção de Faraday, suspensamos uma carga puntual positiva Q criando um campo elétrico no espaço em torno dela. Como sabemos, em cada ponto deste espaço temos um vetor E , cujo módulo diminui à medida que nos afastamos da carga. Na fig. 18-12-a estão representados estes vetores em alguns pontos em torno de Q. Consideremos os vetores E_1, E_2, E_3 , etc., que têm a mesma direção e o mesmo sentido passando por estes pontos e orientada no mesmo sentido deles, como mostra a fig. 18-12-b. Uma linha é, então, tangente a cada um dos vetores E_1, E_2, E_3 , etc. Uma linha como esta é denominada **linha de força** do campo elétrico. De maneira semelhante, podemos traçar várias outras linhas de força do campo elétrico criado pela carga Q, como foi feito na fig. 18-12-b. Esta figura nos fornece uma representação do campo elétrico da maneira proposta por Faraday.

Se a carga criadora do campo for puntual negativa, sabemos que o vetor E , em cada ponto do espaço, estará dirigido para esta carga, como mostra a fig. 18-13-a. Podemos traçar, também neste caso, as linhas de força que representam este campo elétrico. Observe, na fig. 18-13-b, que a configuração destas linhas de força é idêntica àquela que representa o campo elétrico da carga positiva, diferindo apenas no sentido de orientação das linhas de força no campo.

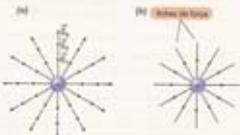


Fig. 18-12: Representação esquemática das linhas de força do campo elétrico criado por uma carga puntual positiva.

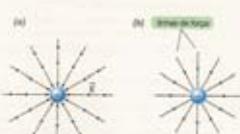


Fig. 18-13: Representação esquemática das linhas de força do campo elétrico criado por uma carga puntual negativa.

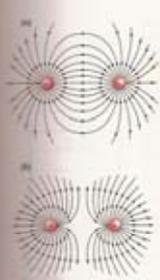


Fig. 18-14: Representação esquemática das linhas de força de campo elétrico criado por duas cargas de sinais contrários (a) e por duas cargas de sinais iguais (b).

da carga positiva as linhas divergem a partir da carga e no campo de uma carga negativa as linhas convergem para a carga.

COMENTÁRIOS

- As linhas de força dos campos que acabamos de estudar apresentam uma configuração relativamente simples. Outras distribuições de cargas criam campos cujas linhas de força podem apresentar formas mais complicadas. Por exemplo, na fig. 18-14-a mostramos as linhas de força do campo elétrico criado por duas cargas puntuais de mesma magnitude, mas de sinais contrários, e na fig. 18-14-b vemos a configuração das linhas de força para o caso em que as duas cargas têm o mesmo sinal. Em todos os casos, cada linha de força deve ser traçada de maneira tal que, em cada ponto, o vetor E seja tangente a ela.
- As linhas de força podem ser traçadas de modo a nos dar informações não só sobre a direção e o sentido do vetor E , mas também sobre o módulo deste vetor. Para isso, convencionou-se traçar as linhas de força mais próximas umas das outras nas regiões onde a intensidade do campo for maior e, portanto, as linhas deverão estar mais separadas nas regiões onde a intensidade do campo for menor. Por exemplo: observando as figs. 18-12-b e 18-13-b, vemos que as linhas de força estão mais juntas nas proximidades das cargas, indicando, como já sabemos, que o campo é mais intenso nestas regiões. Observe também que, nestas figuras, à medida que nos afastamos das cargas, as linhas se apresentam mais separadas, indicando que a intensidade do campo está decrescendo.
- Após estas considerações, fica claro que as linhas de força fornecem um diagrama capaz de representar o campo elétrico, como desejava Faraday. De fato
 - sendo uma linha de força traçada de tal modo que, em cada ponto, o vetor E seja tangente a ela, é possível determinar a direção e o sentido do campo em um ponto, quando conhecemos a linha de força que passa por este ponto.
 - como as linhas de força são traçadas mais próximas umas das outras nas regiões onde o campo elétrico é mais intenso, observando a separação entre estas linhas é possível obter informações sobre o módulo do vetor campo elétrico.

CAMPO ELÉTRICO UNIFORME

Consideremos duas placas planas, paralelas, separadas por uma distância pequena em relação às dimensões destas placas. Suponhamos que elas estejam uniformemente eletrizadas com cargas de mesmo módulo e de sinais contrários, como mostra a fig. 18-15.

Se colocarmos uma carga de prova positiva q em um ponto P, situado entre as placas (fig. 18-15), esta carga ficará sujeita à ação de uma força F, devido

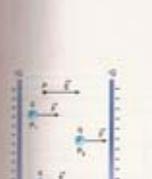


Fig. 18-15: Ilustração esquemática das placas paralelas eletrizadas uniformemente com cargas de sinais contrários, criando um campo elétrico uniforme no espaço entre elas.

ao campo elétrico criado pelas placas no espaço entre elas. A força F é perpendicular às placas e está orientada, como você poderia prever, da placa positiva para a negativa. Deslocando-se a carga de prova q para outro ponto qualquer entre as placas (como o ponto P_1 ou P_2 , etc.), verifica-se que irá atuar sobre q uma força F de mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido que aquela que atua quando q se encontrava em P. Concluímos, então, que o campo elétrico existente entre estas placas tem, em qualquer ponto, o mesmo módulo (lembr-se de que $E = F/q$), a mesma direção e o mesmo sentido. Um campo como este é denominado **campo elétrico uniforme** e pode ser representado por um vetor E , como aquele indicado no ponto P da fig. 18-15. Portanto

dizemos que um campo elétrico é uniforme, em uma dada região do espaço, quando ele apresentar o mesmo módulo, a mesma direção e o mesmo sentido em todos os pontos desta região. A fig. 18-15 mostra uma das maneiras de se obter um campo elétrico uniforme entre as duas placas, o vetor E não varia ao passarmos de um ponto para outro, estando sempre orientado da placa positiva para a negativa.

Na fig. 18-16 estão traçadas as linhas de força do campo existente entre as duas placas. Observe que estas linhas são paralelas (a direção de E não varia) e igualmente espaçadas (o módulo de E é constante), indicando que o campo elétrico, nesta região, é uniforme. Deve-se notar, entretanto, que estas considerações são válidas para pontos não muito próximos das extremidades das placas. De fato, como mostra a fig. 18-16, nestas extremidades as linhas de força são curvas, indicando que ali o campo deixa de ser uniforme. A fotografia da fig. 18-17 foi obtida sobolando-se semelhanças de grama entre duas placas eletrizadas com cargas de sinais contrários. Como podemos observar, estas semelhanças se orientam na direção do campo elétrico, apresentando, assim, uma configuração igual à das linhas de força. Este artifício costuma, portanto, uma “materialização” das linhas de força, possibilitando-nos “ver” o campo uniforme entre as placas.

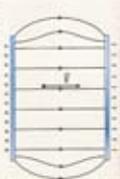


Fig. 18-16: Exemplo de linhas de força de campo elétrico existente entre duas placas eletrizadas com cargas de sinais contrários.

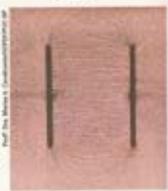


Fig. 18-17: Materialização das linhas de força de campo elétrico existente entre duas placas eletrizadas com cargas de sinais contrários.

Exemplo

O campo elétrico entre as placas mostradas na fig. 18-18 tem $E = 2,0 \times 10^4$ N/C e a distância entre elas é $d = 1,0$ mm. Suponha que um elétron seja liberado, a partir do repouso, nas proximidades da placa negativa.

a) Qual é o módulo, a direção e o sentido da força elétrica F que atua no elétron? Como sabemos, o elétron tem carga negativa. Então, a força F que atuará sobre ele terá a mesma direção e sentido contrário ao do campo elétrico E. Isto é, a força F estará orientada da placa negativa para a positiva, como mostra a fig. 18-18.

O módulo de F será dado por $F = qE$, onde q é a carga do elétron cujo valor consta na tabela que se encontra no final deste volume: $q = 1,6 \times 10^{-19}$ C.

$$F = qE = 1,6 \times 10^{-19} \times 2,0 \times 10^4 \text{, donde } F = 3,2 \times 10^{-15} \text{ N.}$$

Fig. 18-18: Exemplo para o exemplo do exemplo 18.3.

b) Sabendo-se que o peso do elétron é desprezível em comparação com a força elétrica que atua sobre ele, diga qual é o tipo de movimento que este partícula irá executar?

Como o campo entre as placas é uniforme, a força elétrica F que atua no elétron permanecerá constante enquanto ele se deslocar. Logo, esta força imprimirá ao elétron uma aceleração também constante, isto é, o movimento do elétron será retilíneo e uniformemente acelerado.

c) Qual é o valor da aceleração adquirida pelo elétron?

Esta aceleração poderá ser calculada por 2ª Lei de Newton, $F = ma$, onde m é a massa do elétron, também encontrada na tabela no final deste volume: $m = 9,1 \times 10^{-31}$ kg. Logo,

$$a = \frac{F}{m} = \frac{3,2 \times 10^{-15}}{9,1 \times 10^{-31}} \text{, donde } a = 3,5 \times 10^{15} \text{ m/s}^2$$

Observe que, embora a força sobre o elétron seja relativamente pequena, ele adquire uma aceleração de valor extremamente elevado.

d) Quanto tempo o elétron gastei para se deslocar da placa negativa até a placa positiva?

Como o movimento é uniformemente acelerado, sabemos que a distância d que o elétron percorrerá será dada por $d = (1/2)at^2$ (lembra-se que $v_0 = 0$). Em nosso caso, temos $d = 7,0 \times 10^{-4}$ m e $a = 3,5 \times 10^{15}$ m/s². Então,

$$t = \frac{2d}{a} = \frac{2 \times 7,0 \times 10^{-4}}{3,5 \times 10^{15}} \text{, donde } t = 2,0 \times 10^{-9} \text{ s}$$

e) Qual a velocidade do elétron ao chegar à placa positiva?

No movimento uniformemente acelerado, com $v_0 = 0$, sabemos que $v = at$. Assim,

$$v = 3,5 \times 10^{15} \times 2,0 \times 10^{-9} \text{, donde } v = 7,0 \times 10^6 \text{ m/s}$$

Figura 11 - MÁXIMO, Antonio e ALVARENGA, Beatriz. Física, vol 3. São Paulo: Scipione, 2000. p.54-57.

O Livro 6 (Sampaio e Calçada) ao apresentar o conteúdo “estática dos corpos rígidos” descreve os conceitos físicos, apresenta uma equação matemática, resolve um exercício e propõe outros exercícios.

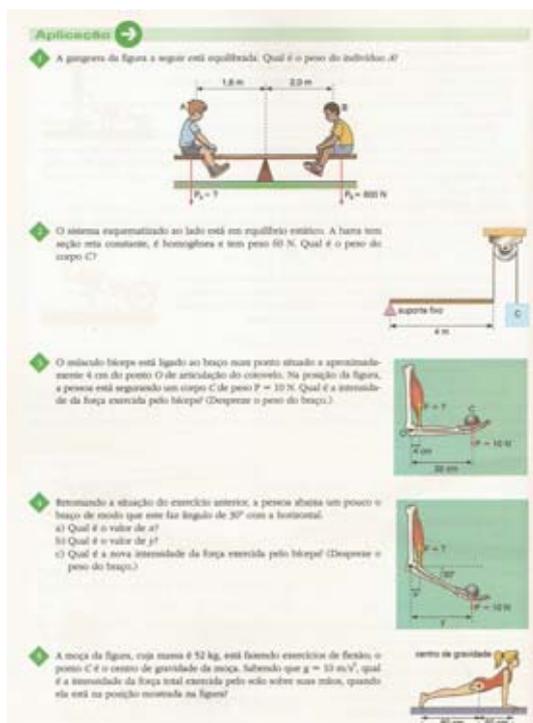
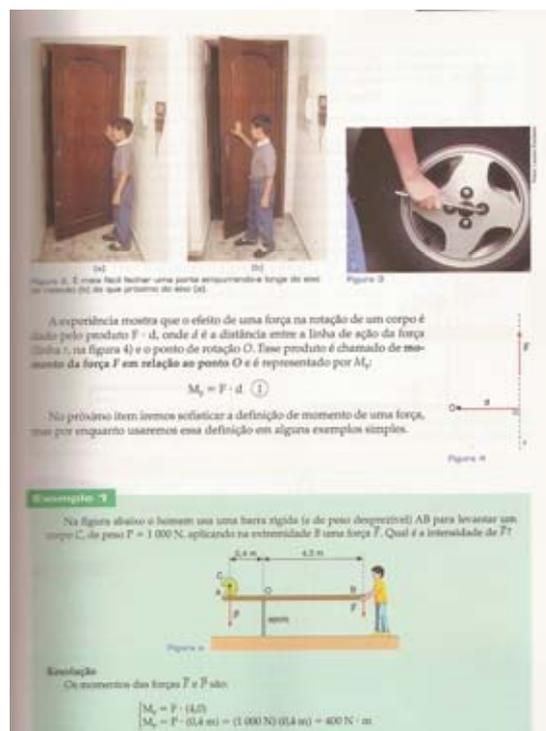
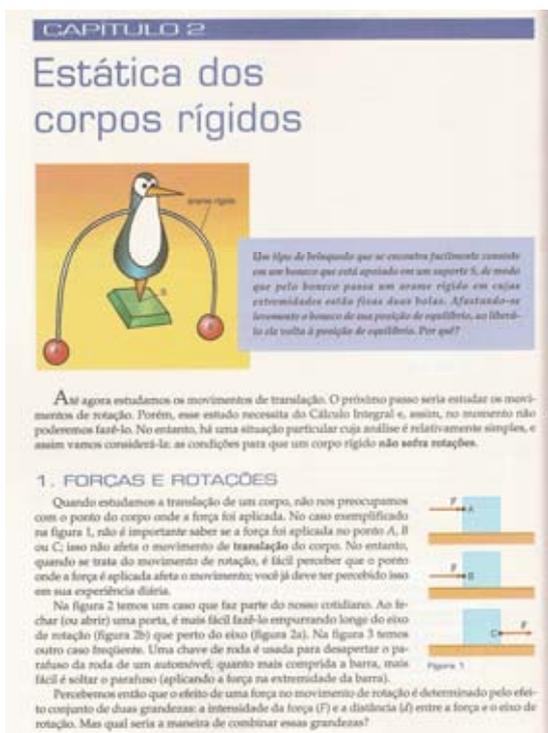


Figura 12 - SAMPAIO, José Luiz e CALÇADA, Caio Sérgio. Universo da Física, vol 2, 2.ed. São Paulo: Atual, 2005. p. 32, 33 e 36

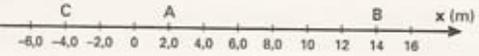
A estrutura apresentada nos exemplos se repete em todos os capítulos e praticamente em todos os livros. Um formato que “diz” a Física, ou seja, apresenta os conceitos e não estabelece nenhum diálogo com aluno. Tal estrutura não estimula a busca de novos conhecimentos nem permite a emissão de opiniões e comentários dos estudantes. O conteúdo é apresentado sem questionamentos, não é estabelecido diálogo. Os estudantes lêem o texto, fazem interpretação e reproduzem o conhecimento em exercícios. Não há diálogo em torno do conhecimento.

Embora todos os livros apresentem praticamente a mesma estrutura, alguns aspectos diferenciados são encontrados nos **Livros 1 (Gaspar)** e **5 (Penteado e Torres)**. O primeiro faz comentários sobre a resposta obtida em alguns exercícios, o que pode proporcionar o debate entre estudantes e professor. Já o segundo, traz box em que uma situação-problema é colocada e sugere aos alunos que formem grupos para discutir tal situação; os temas são diversos, geralmente relacionando tecnologia e cidadania, e incentivando um posicionamento perante questões sociais. São atividades que estimulam o diálogo entre os alunos e entre alunos e professor.

Como exemplos:

Exercício resolvido

1 No eixo de coordenadas abaixo estão representadas pelas letras A, B e C as posições, em metros, de um ponto material em movimento.



Determine:

- as posições (abscissas) do ponto material em A, B e C;
- o deslocamento desse ponto material entre as posições A e B, A e C e B e C.

Solução

- Da figura, temos $x_A = 2,0$ m, $x_B = 14$ m, $x_C = -4,0$ m.
- Calculamos o deslocamento utilizando a expressão $\Delta x = x - x_0$:
 - entre A e B: $\Delta x_{AB} = x_B - x_A \Rightarrow \Delta x_{AB} = 14 - 2,0 \Rightarrow \Delta x_{AB} = 12$ m
 - entre A e C: $\Delta x_{AC} = x_C - x_A \Rightarrow \Delta x_{AC} = -4,0 - 2,0 \Rightarrow \Delta x_{AC} = -6,0$ m
 - entre B e C: $\Delta x_{BC} = x_C - x_B \Rightarrow \Delta x_{BC} = -4,0 - 14 \Rightarrow \Delta x_{BC} = -18$ m

Discussão:

- O deslocamento AC, $\Delta x_{AC} = -6,0$ m, mostra claramente a diferença entre deslocamento e espaço percorrido. Para calcular o espaço percorrido de A a C temos de considerar o percurso de ida do ponto material de A para B e a volta de B para C. Obtemos o espaço percorrido de 30 m (12 m de A para B e 18 m de B para C) em vez de $-6,0$ m.
- O sinal positivo de Δx_{AB} indica que o deslocamento de A para B tem o mesmo sentido do eixo; os deslocamentos de A para C e de B para C são negativos porque têm sentidos opostos ao do eixo.

Figura 13 - Gaspar, Alberto. Física, volume único. 1.ed. São Paulo: 2007. p.38

A figura 13 traz exemplo do **Livro 1 (Gaspar)** no qual observamos o comentário da resolução do exercício. Essa atividade pode proporcionar o diálogo silencioso, em que o aluno reflete sobre o conhecimento apresentado, assim como também pode proporcionar o debate ente estudantes e estudantes e professor.

Na atividade proposta no **Livro 5 (Penteado e Torres)** há incentivo da busca do conhecimento e discussão do tema, de modo a estimular o diálogo.

Atividade em grupo

A história dos instrumentos musicais é fascinante. Escavações arqueológicas na China encontraram flautas, feitas com ossos de cegonhas, fabricadas por homens pré-históricos entre 5.700 e 7.000 anos atrás.

Pesquise e discuta com seus colegas onde e quando diferentes instrumentos musicais foram inventados, que tipos existem em outros países e em que tipo de música eles são utilizados. Procurem descobrir, também, como as formas e os tamanhos de diferentes instrumentos musicais mudaram ao longo da história.

Figura 14 - PENTEADO, Paulo Cesar e TORRES, Carlos M. Física, vol 2. São Paulo: Moderna, 2005. p. 141.

Numa perspectiva diferenciada encontra-se o **Livro 3 (Gonçalves Filho e Toscano)**. Os capítulos são iniciados com uma pergunta direcionada ao aluno, estimulando a curiosidade e estabelecendo o diálogo em torno de um tema que será tratado ao longo do capítulo. O diálogo ainda é estimulado com outras perguntas ao longo do texto. Em alguns momentos os autores ao invés de “*dizer a física*”, fazem questionamentos e remetem os alunos para outras atividades, como exemplo, uma atividade experimental. Essa estratégia possibilita o aluno refletir sobre determinado tema e emitir opinião, que podem/devem, ser debatidas em sala de aula. Alguns capítulos apresentam, ao final, uma seção chamada “Texto e interpretação”, que apresenta textos diversificados e questões para discussão. No livro não há exercícios resolvidos e aspectos da história da ciência e da relação ciência e tecnologia são apresentados ao longo do texto básico, indicando diálogo dos conhecimentos da física com outros conhecimentos.

No exemplo a seguir observa-se que ao tratar o tema temperatura, os autores não trazem de imediato a definição, mas apresentam uma situação do cotidiano do estudante, sugere atividade experimental. Nas páginas seguintes, há abordagem de aspectos históricos ao longo do texto. É uma proposta que envolve o aluno na busca de conhecimentos, um texto com postura dialógica.

3 **MATÉRIA, TEMPERATURA E CALOR**

Quanto é suficiente para se determinar a temperatura dos objetos?

No nosso dia-a-dia, utilizamos o tato para sentir o grau de aquecimento dos objetos. Consideramos um objeto quente quando sentimos que ele possui uma temperatura maior do que a de nosso corpo. Para essa comparação, usamos o tato. Quando provamos nossa comida, por exemplo, percebemos se está quente ou fria pelo contato com nossos lábios.

Nos dias quentes de verão, é muito agradável chegar a casa, tirar os tênis e as meias e andar descalço. O contato do pé com o chão proporciona sensações distintas: o carpete e o tapete, por exemplo, estão quentes, mas a lajota de cerâmica, o mármore e o metal da geladeira estão frios. Mas porque esses objetos estão de fato com temperaturas diferentes?

Atividade experimental

Faça uma lista de diferentes objetos e materiais que estão à sua volta e anote as sensações térmicas (quente ou frio) obtidas pelo tato. Ao final, discuta com os colegas seus resultados.

Se você colocar uma das mãos num recipiente com água quente e a outra num recipiente com água fria e, depois, puser as mãos num terceiro recipiente contendo água morna, o que vai sentir em cada uma das mãos? Com o tato, você será capaz de medir a temperatura real da água morna?

Atividade experimental

Pegue três recipientes e coloque, em cada um deles, quantidades iguais de água: fria, morna e aquecida, até o ponto em que seja possível tocá-la. Coloque, simultaneamente, uma das mãos no recipiente com água quente e a outra no recipiente com água fria. Em seguida, coloque as duas mãos no recipiente com água morna.

O que se pode dizer sobre a temperatura da água morna levando-se em conta as sensações obtidas pelas mãos?

Essa experiência mostra que o tato não é um bom recurso para determinar a temperatura dos objetos, pois cada mão teve uma sensação diferente da água morna. Se usássemos dois ter-

tenha cuidado!



135

Figura 15 - GONÇALVES FILHO, Aurélio e TOSCANO, Carlos. Física, volume único. São Paulo: Scipione, 2005. p.135.

No que diz respeito à dialogicidade, embora alguns livros tragam aspectos diferenciados, é nítido a predominância de um modelo em que os elementos conceituais da disciplina são “ditos”, em que prevalece a descrição dos conhecimentos da área. Os livros didáticos são organizados em “pequenos blocos” que abordam conceitos da física, mas sem associá-los ao mundo vivencial do aluno.

Referências ao cotidiano, à história da ciência, à relação ciência e tecnologia, elementos importantes para a construção da dialogicidade da obra, geralmente são feitas em caixas de texto ou em textos complementares, traduzindo uma visão fragmentada; dificultando uma reflexão crítica sobre o conhecimento e sobre as relações homem-mundo.

3.4.3 Protagonismo Discente

Na apresentação do livro para os estudantes os autores apresentam o livro e indicam método de aprendizagem, como o estudante pode usar o livro para busca do conhecimento na área da Física. Essa apresentação indicando forma de aplicação do livro didático, sugerindo que o aluno esteja participando no processo ensino-aprendizagem é uma sugestão de protagonismo.

A fim de justificar essa busca do saber na área das ciências, em todos os livros analisados os autores destacam a importância que a Física tem no avanço tecnológico do mundo contemporâneo e como elemento indispensável para a formação cultural do homem moderno, de modo que conhecimentos da área são relevantes para o exercício pleno da cidadania e para ingresso no mundo do trabalho.

Na página de apresentação do livro didático, os autores dos livros analisados, com exceção dos **Livros 2 (Sampaio e Calçada)** e **Livro 5 (Penteado e Torres)**, trazem sugestões de como utilizar o livro, dando destaque para a resolução de exercícios e execução das atividades experimentais, indicando que tais atividades promovem a participação do estudante na construção do saber.

Como exemplo, o **Livro 3 (Gonçalves Filho e Toscano)**, que em sua página de apresentação argumenta que a proposta do livro é estabelecer uma ligação entre

o conjunto de informações que os alunos têm acesso e o conhecimento sistematizado pela física e recomenda que todas as questões e exercícios do livro sejam feitas no caderno.

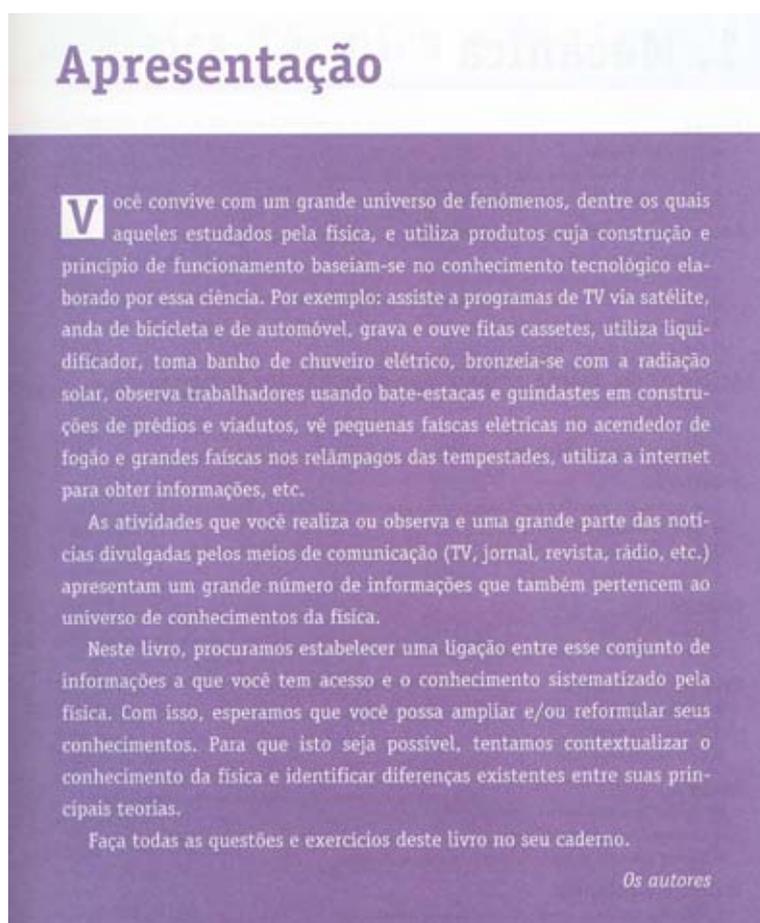


Figura 16 - GONÇALVES FILHO, Aurélio e TOSCANO, Carlos. Física, volume único. São Paulo: Scipione, 2005. p. 3.

Ao observar a estrutura do **Livro 3**, vemos que a obra é organizada de modo que algumas atividades são propostas no decorrer do texto, motivando o aluno a relacionar o seu estudo com situações de sua própria vida. Esse tipo de atividade proporciona confronto com realidade e estimula o protagonismo. Em contrapartida, os exercícios que são propostos não têm este mesmo formato. Os exercícios possuem respostas absolutas, não estimulam a reflexão crítica.

O **Livro 4 (Máximo e Alvarenga)** indica na apresentação do livro para o aluno, uma forma de uso do livro, incentiva a leitura do texto, resolução de exercícios e realização dos experimentos. Se houver dúvidas, o aluno deve procurar o professor. Há uma sugestão de protagonismo.

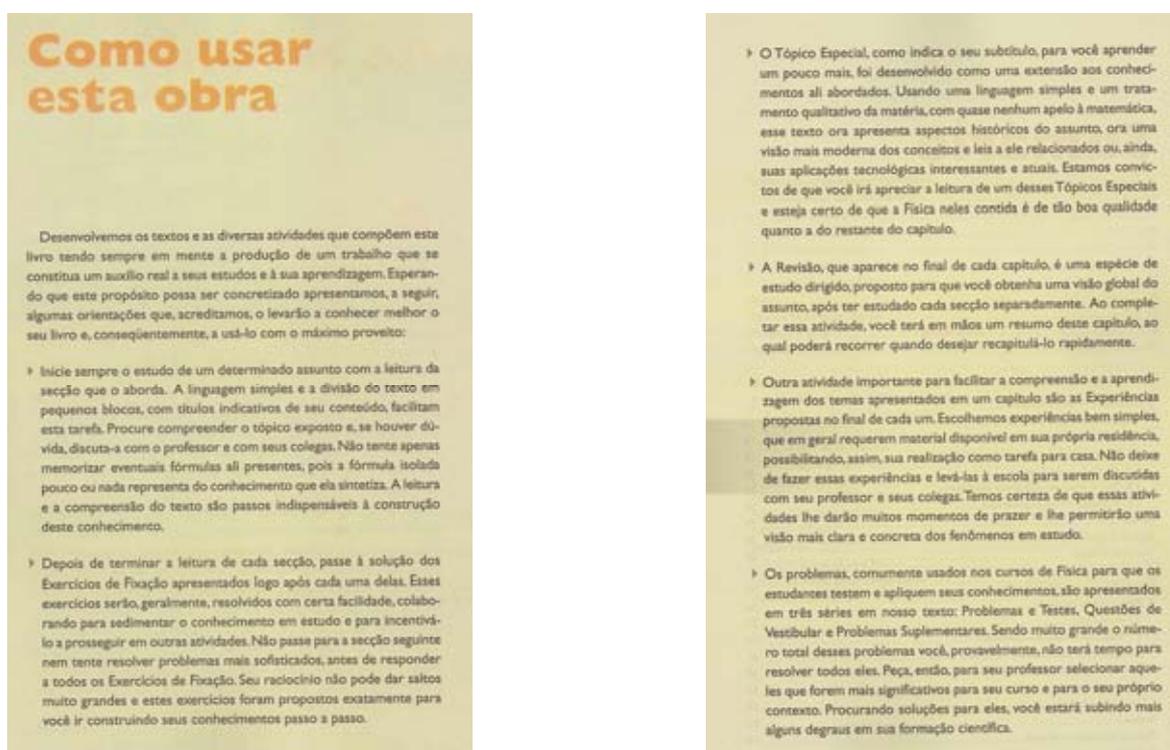


Figura 17 - MÁXIMO, Antonio e ALVARENGA, Beatriz. Física, vol 3. São Paulo: Scipione, 2000. p 4 e 5.

Apesar da sugestão de protagonismo no texto de apresentação da obra, observamos que no desenvolvimento dos capítulos esse protagonismo não acontece. O livro não permite que o estudante e o professor façam comentários, tenham opiniões. Os exercícios propostos, que são em grande número, têm respostas absolutas, que não permitem a introdução de elementos do cotidiano do estudante para a aplicação dos conhecimentos de Física. A princípio os exercícios estão voltados para verificar se o aluno aprendeu o conceito. Também são propostos exercícios com diferentes graus de dificuldade e os exercícios de vestibular, presentes em todos os livros da coleção, exigem apenas aplicação de conceitos e fórmulas da Física, são exercícios distantes da realidade do aluno e que não proporcionam reflexão crítica do conhecimento. No que diz respeito às atividades experimentais, estas surgem como reafirmação da teoria aprendida, pois são propostas atividades que orientam o aluno somente a observar os fenômenos físicos.

O **Livro 5 (Penteado e Torres)** apresenta alguns boxes denominado “Atividade em grupo” com temas sobre desenvolvimento tecnológico e o impacto que tal desenvolvimento tem causado na sociedade. Tais atividades estimulam a reflexão crítica de aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais de nossa sociedade. Há incentivo para o diálogo e debate sobre questões sociais. Como exemplos os boxes “Atividade em grupo” e “Aplicação Tecnológica” extraídos do capítulo 2, volume 1:

Atividade em grupo

O grau de precisão de uma medida depende em grande parte da utilização que ela terá.

Discuta com seus colegas a precisão que se deve ter na obtenção das medidas. Por exemplo, do carpete que será colocado em uma sala, da dosagem de um medicamento, das dimensões de um armário de cozinha a ser montado por um carpinteiro ou do volume de refrigerante contido em uma garrafa. Tente dar um exemplo no qual a medida deve ser feita com alta precisão. Discuta também quais seriam as possíveis conseqüências no caso de erro nas medidas.

Figura 18 - PENTEADO, Paulo Cesar e TORRES, Carlos M. Física, vol 1. São Paulo: Moderna, 2005. p. 22.

Aplicação Tecnológica

**O Sistema de Posicionamento Global – GPS
(Global Positioning System)**

Você pode estar se perguntando o porquê da necessidade de uma grande precisão nas medidas de tempo e de comprimento. Como exemplo de aplicação, podemos citar o GPS, sigla norte-americana para Sistema de Posicionamento Global.

Desenvolvido pelo Departamento de Defesa (DoD) dos Estados Unidos, o GPS é utilizado para fornecer as coordenadas da posição (longitude e latitude) e a velocidade de qualquer ponto ou veículo na Terra.

Isso é feito com o auxílio de computadores e de uma rede de satélites em órbita ao redor do planeta. A constelação final de satélites (conforme decisão do DoD, 1988) será de 24 satélites ativos (distribuídos em 6 órbitas circulares, com 4 satélites cada) a uma altitude de 20.200 km e com período de 12 h. Existirão no mínimo 5 e no máximo 11 satélites visíveis simultaneamente em qualquer parte do planeta.



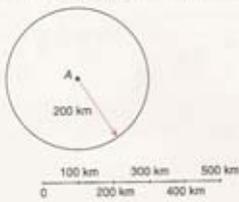
Além dos 24 satélites ativos, o programa também inclui 3 satélites reservas, passivos, em voo, para substituição rápida em caso de eventuais panes em satélites ativos, e mais 4 satélites reservas, em solo, para substituições futuras.

O princípio básico de funcionamento do GPS consiste em determinar as coordenadas da posição de um usuário, a partir do conhecimento das coordenadas de posição de três pontos (chamados de "fixos"), e da distância entre o usuário e cada um dos "fixos". Os "fixos" são os satélites e a determinação da posição do usuário é feita, portanto, por meio de um processo de triangulação.

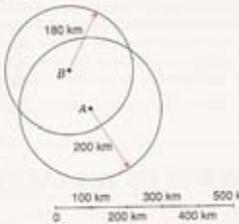
Para entender como a posição de um dado ponto é determinada pelo processo de triangulação, tomemos um exemplo prático.

Vamos supor que, estando perdido, você receba a informação de que está a 200 km de uma cidade A. Com essa

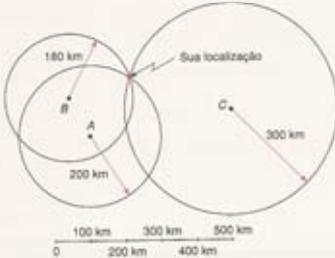
informação, pode concluir que está em algum ponto sobre uma circunferência de raio 200 km e com centro na cidade A.



Mas, se você receber uma segunda informação, do tipo "você está a 180 km da cidade B", a sua possível posição passa a ter apenas duas possibilidades: as interseções das duas circunferências.



Para você finalmente decidir-se entre os dois pontos, é necessária uma terceira informação, por exemplo: "você está a 300 km da cidade C". Portanto, conhecendo sua distância até três outros pontos, você pode determinar sua posição.



No caso da localização pelo GPS, cada satélite envia um sinal digital informando sobre sua posição. Portanto, é preciso decodificar a mensagem dos satélites para obter as coordenadas de posição de cada "fixo".

25

Capítulo 2 — Os métodos da Ciência Física

Figura 19 - PENTEADO, Paulo Cesar e TORRES, Carlos M. Física, vol 1. São Paulo: Moderna, 2005. p. 25.

Na atividade proposta para ser realizada em grupo há incentivo ao diálogo e relação como o cotidiano dos estudantes, caracterizando aspectos de protagonismo discente. No texto proposto como aplicação tecnológica há contextualização do tema explanado no capítulo. Essas características indicam certo envolvimento do estudante na busca do conhecimento.

No que diz respeito ao protagonismo discente, ao longo do texto dos livros didáticos analisados são poucas as oportunidades de protagonizar efetivamente o processo de aprendizagem. Há pouca discussão em torno dos elementos que constituem a cultura do aluno. As atividades propostas pelos livros didáticos poderiam, a partir dos elementos e situações cotidianas, desencadear um diálogo mediado pelo conhecimento físico, e desta forma o protagonismo se faria presente.

Olguim (2005) em dissertação de mestrado, analisou livros didáticos de Física e investigou o papel do protagonismo discente tendo observado que há divergências entre o que é proposto pelos autores na forma de aplicação do livro com o corpo do texto. Concluindo que há um condicionamento e “esse condicionamento onde o aluno é passivo e tem que seguir uma série de exercícios para verificar se está aprendendo faz com que o estudante não tenha atitude participativa e questionadora” (Olguim, 2005, p.120). Nicioli Jr. e Mattos ao analisarem livros didáticos de física das décadas de 50 e 60 do século XX, concluíram que “sobre os prefácios pudemos constatar que muitos não condizem com o que é apresentado no conteúdo do livro” (NICIOLI JÚNIOR e MATTOS, 2006, p.10).

Com isso podemos observar que a intenção manifestada por autores, ao apresentar o livro didático, de que os estudantes participem do processo de ensino não é concretizada. Isto é observado não só nos dias atuais, mas também em outra época. Alguns livros, ainda que timidamente, tem feito algumas mudanças. Falta

maior efetividade em inserir os estudantes no processo de investigação de temas abordados pelos livros. Os livros didáticos ainda adotam o padrão de aluno como receptor do conhecimento, ainda traduzem uma visão bancária de educação, padrão questionado por Freire.

3.4.4 Dimensão empírica

Em todos os livros analisados os autores falam da importância que a experimentação tem na área das ciências da natureza, e sugerem atividades experimentais. A ênfase em tais atividades é bastante diferenciada: enquanto o **Livro 4 (Máximo e Alvarenga)** apresenta em sua coleção 125 atividades experimentais como sugestão, o **Livro 2 (Sampaio e Calçada)** apresenta sugestão de 13 atividades experimentais, conforme os dados apresentados nas tabelas de conteúdo.

As atividades propostas nos livros didáticos aparecem na forma de roteiros, guias de montagem do experimento; e desenvolvem predominantemente habilidades de observação dos fenômenos ocorridos e medição de grandezas físicas. Exemplo:

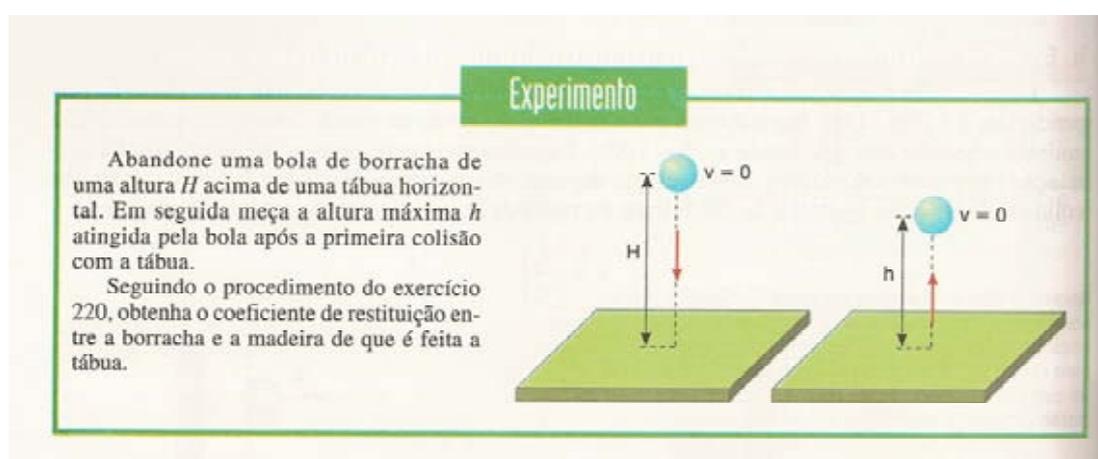


Figura 20 - SAMPAIO, José Luis e CALÇADA, Caio Sérgio. Física volume único, 2.ed. São Paulo: Atual. 2005. p. 138

A atividade proposta no **Livro 2 (Sampaio e Calçada)** é exemplo de roteiro que sugere ao estudante a observação de um fenômeno e também medida de uma grandeza física, mas não chama a atenção para a importância de serem feitas diversas medidas a fim de extrair um valor médio. Coleta de dados e o tratamento das informações são elementos importantes da dimensão empírica da ciência que precisam ser evidenciados numa atividade experimental.

Um outro exemplo:

[2] TORQUE (OU MOMENTO) DE UMA FORÇA E EQUILÍBRIO ESTÁTICO

Quando a força resultante sobre um objeto for nula, ele estará, necessariamente, em equilíbrio estático (repouso) ou cinético (movimento retilíneo uniforme)?

Você deve fazer a atividade experimental para responder a esta pergunta.

Quando aplicamos duas forças num objeto rígido (aquele que não sofre deformação perceptível), conforme ilustra a figura (b) do primeiro experimento, ele pode girar. As duas forças aplicadas (F e F') têm soma vetorial nula, porque possuem mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos. Mas, mesmo quando a resultante das forças exercidas sobre um objeto é nula, elas podem provocar uma rotação.

Observe que o ponto de aplicação das forças determina se vai haver ou não o giro do objeto. Você também já deve ter notado que as maçanetas das portas ficam o mais distante possível das dobradiças (eixo de rotação) e que não é tarefa fácil abrir ou fechar uma porta empurrando-a próximo ao eixo.

Atividade experimental

1. Pegue uma caneta e aplique duas forças aproximadamente iguais nas situações que esquematizamos abaixo.

a)

b)

O que você observa em cada caso?
2. Procure abrir um portão ou uma porta exercendo a mesma força, perpendicular à porta, em lugares diferentes: ora mais perto, ora mais distante do eixo de rotação (dobradiças). O que você observa?

86

Figura 21 - GONÇALVES FILHO, Aurélio e TOSCANO, Carlos. Física, volume único. São Paulo: Scipione, 2005. p. 86

A atividade proposta no **Livro 3 (Gonçalves Filho e Toscano)** não é clara quanto à orientação de execução do experimento, o estudante ao pegar uma caneta pode colocá-la numa mesa, ou simplesmente segurá-la em sua mão. Tal atitude faz diferença para a observação do fenômeno desejado, assim o estudante pode manipular objetos e não observar “nada”.

Mais exemplos:

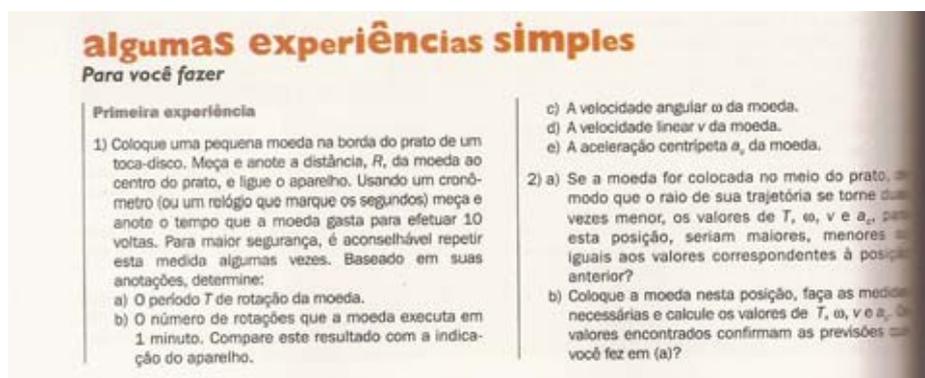


Figura 22 - MÁXIMO, Antonio e ALVARENGA, Beatriz. Física, vol 1. São Paulo: Scipione, 2000. p. 96.

A atividade proposta no **Livro 4 (Máximo e Alvarenga)** orienta os estudantes a realizarem o experimento, fazerem observações e os autores chamam a atenção para a coleta de dados, indicando certa preocupação com o tratamento das informações. Mas a experiência sugerida, é de certa forma, de difícil realização, tendo em vista que nos dias atuais são poucos os lares que possuem toca-disco.

O livro que se diferencia dos demais é o **Livro 1 (Gaspar)**, que em alguns experimentos propõem a coleta de dados e a representação dessas informações através de gráficos. Como exemplo:

Atividade prática: Lei de Hooke

Vamos verificar experimentalmente a Lei de Hooke (veja o box Aprofundamento da página 108). Para isso providencie:

- uma mola pequena e flexível (que se alongue facilmente) e um suporte vertical no qual ela possa ser pendurada;
- um gancho de arame ou um copinho de plástico com alça na qual se possa pendurar ou colocar cargas (pesos);
- cargas de pesos diferentes (entre cinco a dez) que não alonguem a mola nem de mais, nem de menos (podem ser chumbinhos de pesca ou volumes definidos de água, medidos com uma seringa de injeção);
- uma balança para medir a massa das cargas e a massa do gancho. Se usar água, não é necessário medir a massa; basta saber o volume e lembrar que a densidade da água é $1,0 \text{ g/cm}^3$. Nesse caso, copinhos de plástico de café têm massa desprezível.

Depois, pendure a mola no suporte vertical, meça e anote o seu comprimento ℓ_0 em centímetros ou milímetros. Veja a figura.

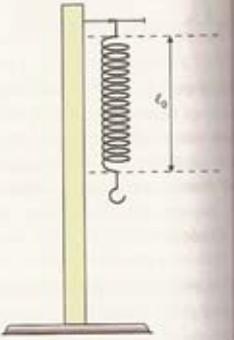
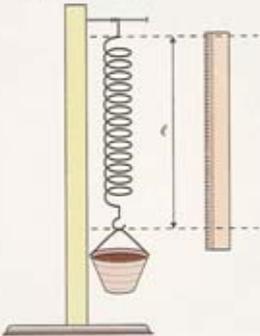


Figura 23 - Gaspar, Alberto. Física, volume único. 1.ed. São Paulo: 2007. p.114.

APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON (III) | CAPÍTULO 11 | 115

Em seguida, coloque as cargas sucessivamente, uma em seguida da outra. Para cada carga colocada, meça o comprimento ℓ da mola em centímetros ou milímetros e calcule o correspondente alongamento: $x = \ell - \ell_0$. Lembre-se de que a força exercida sobre a mola, F (N), é o peso exercido sobre ela pela massa total pendurada em cada medida (inclua também a massa do gancho ou do copo se não for possível considerá-la desprezível). Veja a figura.



Construa uma tabela como a mostrada a seguir e preencha-a com esses valores.

Peso da massa total colocada: F (N)	0						
Alongamento da mola: $x = \ell - \ell_0$ (cm ou mm)	valor de ℓ_0						

Coloque esses valores em um plano coordenado (utilize para isso uma folha de papel milimetrado ou quadriculado) e construa o gráfico F (N) \times x (cm ou mm). Veja a figura.

Com base no gráfico que você construiu:

1. Verifique se essa mola obedece à Lei de Hooke, ou seja, se a função $F = kx$ é linear.
2. Caso ela obedeça à Lei de Hooke, determine a sua constante elástica (k). Para isso escolha dois pontos, P_1 e P_2 , da reta obtida e determine o seu coeficiente angular (m ; veja o box Matemática da página 47). Lembre-se de que, de acordo com o box Aprofundamento da página 108, $m = k$.
3. Faça algumas medidas de força ou de peso utilizando essa mola.

Exemplo de gráfico $F \times x$ de uma mola que obedece à Lei de Hooke. Nem todos os pontos precisam estar perfeitamente alinhados.

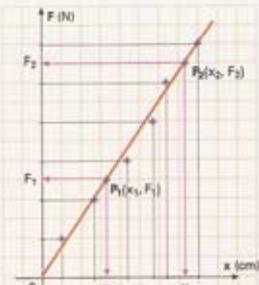


Figura 24 - Gaspar, Alberto. Física, volume único. 1.ed. São Paulo: 2007. p.115.

A atividade sugerida pelo **Livro 1 (Gaspar)** propõe ao estudante a observação, coleta de dados e demonstração desses dados em tabela e gráfico. Esses elementos são importantes, pois podem mostrar o papel que o empírico tem na construção dos conhecimentos científicos, que é o valor das medidas e a relação que estas guardam com as construções teóricas.

Embora todos os livros sugiram, de alguma forma, atividades de natureza experimental, com variações de ênfase, a dimensão empírica da ciência é quase inexplorada. Entende-se por dimensão empírica a “qualidade” da experimentação, a forma como são realizadas as atividades experimentais e os objetivos que se pretendem alcançar. Tais objetivos seriam a aquisição e o desenvolvimento de conhecimentos teóricos, desenvolvimento da natureza e métodos da ciência, desenvolvimento dos conhecimentos técnicos sobre investigação científica e resolução de problemas.

A grande maioria das atividades experimentais propostas pelos livros didáticos analisados se restringem ao “fazer e observar”, o que pode levar o estudante a acreditar que a experimentação comprova a teoria. Não há ênfase para o controle das variáveis, o valor das medidas, a relação que tais medidas guardam com as construções teóricas e que estes são elementos importantes para a construção de modelo.

O estudante do ensino médio está iniciando o estudo das ciências, assim, aprender a fazer controle das variáveis, organização e representação gráfica de dados são habilidades importantes para o aprendizado da física. Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam, para a área das ciências, no contexto de representação e comunicação, a competência de *ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações:*

*sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos*⁹; ou no campo da investigação e compreensão, *selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escala, fazer estimativas, elaborar hipótese e interpretar resultados*¹⁰.

3.4.5. Dimensão histórica

O tratamento dado à dimensão histórica da ciência também é bastante diferenciado nos livros analisados. Aspectos históricos aparecem na forma de pequenas biografias, citações de fatos marcantes e ainda como “linha do tempo”, onde há descrição de fatos ocorridos em determinados períodos.

Comparando as tabelas de organização dos conteúdos, observa-se que os **Livros 3 (Gonçalves Filho e Toscano)** e **Livro 5 (Penteado e Torres)** tratam aspectos históricos principalmente ao longo do texto principal, fazendo citações de fatos marcantes e pequenas biografias de cientistas relacionadas ao conteúdo do capítulo. Como exemplo:

⁹ Ver referência PCN +, p.28.

¹⁰ Ver referência PCN +, p. 30.

AÇÃO E REAÇÃO, INÉRCIA E CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Por que o movimento não acaba quando a ação da força deixa de existir?



Figura 21: Galileu, físico e astrônomo italiano.

Muitos anos se passaram até que fosse admitida a possibilidade de haver movimento mesmo na ausência de forças. Galileu (1564-1642), com base em inúmeras experiências que realizou ou idealizou, contribuiu de maneira decisiva para refutar a visão de Aristóteles sobre o movimento.

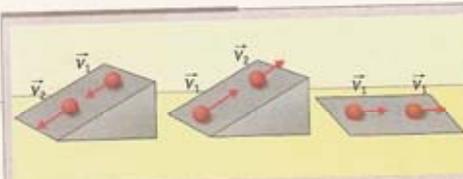


Figura 22: Galileu concluiu que o movimento no plano horizontal tem velocidade constante, desde que não exista atrito.

Galileu estudou o movimento de vários objetos num plano inclinado. Observando objetos que desciam ou subiam o plano, indagou-se sobre o movimento em superfícies planas horizontais: como não há declive ou auge, não há aceleração, e a velocidade deve permanecer constante. Mas esse não era o resultado que se obtinha na prática, pois a velocidade dos objetos diminuía gradativamente até o completo repouso. Galileu, então,

percebeu que, reduzindo-se o atrito entre o objeto e o plano horizontal, o movimento mantinha-se por mais tempo.

A velocidade é constante quando seu valor, sua direção e seu sentido não se modificam. Quando \vec{v} é constante, o movimento é denominado movimento retilíneo uniforme (MRU).

Portanto, é o atrito que detém os objetos que se movem no plano horizontal. Se fosse possível eliminá-lo, de modo que a **força resultante** se tornasse nula, os objetos poderiam manter seus movimentos com **velocidade constante**, indefinidamente.



Figura 23: Newton, físico inglês.

É claro que essa situação – a ausência completa de forças de atrito – é uma idealização. Mas foi com base nela que Newton (1642-1727) enunciou o **princípio da inércia**, também denominado **primeira lei de Newton**: um objeto em repouso tende a manter seu estado de repouso; um objeto em movimento tende a manter-se em movimento retilíneo uniforme (MRU). O estado de movimento de um objeto só é alterado pela ação de uma força resultante não-nula.

Quando um veículo dá uma arrancada, tudo o que está em seu interior é “lançado” para

Figura 25 - GONÇALVES FILHO, Aurélio e TOSCANO, Carlos. Física, volume único. São Paulo: Scipione, 2005. p.54

O **Livro 4 (Máximo e Alvarenga)** trata da história da ciência em textos complementares ao final do capítulo, que descrevem numa linha do tempo, o desenvolvimento da ciência e fatos que contribuíram para esse desenvolvimento,

associando as idéias a algumas pessoas. No desenvolvimento dos capítulos também há “box” com pequenas biografias. Como exemplo:



J.J. Thomson (1856-1940)

Físico inglês que revolucionou o estudo da estrutura atômica ao descobrir o elétron. Thomson iniciou seus estudos muito cedo, obtendo uma bolsa de estudos no Trinity College de Cambridge, onde se diplomou em Matemática e onde permaneceu até o fim de sua vida. Dedicando-se às suas pesquisas no Cavendish Laboratory, Thomson teve a felicidade de ter sete dos cientistas que trabalharam sob sua orientação apontados como ganhadores do Prêmio Nobel. Ele próprio recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1906 por suas pesquisas sobre a condução elétrica dos gases, que o levaram à descoberta do elétron.

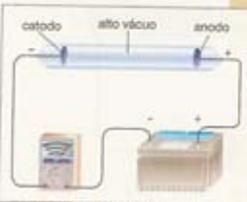


Fig. 23-25: Diagrama de tubo de raios catódicos.

A DESCOBERTA DOS RAIOS CATÓDICOS

No século XIX, vários físicos desenvolveram experiências para estudar a condução de eletricidade através dos gases. Estas experiências foram geralmente realizadas utilizando-se um tubo de vidro, nas extremidades do qual eram adaptadas duas placas metálicas, como mostra a fig. 23-25. Uma alta voltagem era aplicada a estas placas, sendo denominada a placa de potencial mais baixo (ligada ao pólo negativo) e *ânodo* a placa de potencial mais elevado (ligada ao pólo positivo). A corrente elétrica que passava através do gás existente no tubo era indicada pelo amperímetro mostrado na figura.

Procurando estudar a passagem de corrente à medida que o gás no tubo ia sendo rarefeito, os cientistas verificaram um fato inesperado: mesmo quando um alto vácuo era alcançado, o amperímetro continuava a indicar a passagem de corrente através do tubo (apesar de praticamente não existir um meio material entre o catodo e o anodo).



William Crookes (1832-1919).

Físico e químico inglês, notável por seus trabalhos com os raios catódicos e pela descoberta do elemento tálio. Tendo herdado uma grande fortuna de seus pais, montou seu próprio laboratório de pesquisas, passando a se dedicar inteiramente à ciência. Em suas pesquisas com raios catódicos, Crookes inventou vários dispositivos para estudar o comportamento destas radiações, mas sua teoria sobre a natureza dos raios mostrou-se incorreta sob vários aspectos. Durante os estudos que o levaram à descoberta do tálio, ele construiu o *radiômetro de Crookes*, dispositivo capaz de converter a radiação luminosa em movimento rotatório, que foi utilizado no desenvolvimento de aparelhos de medida de precisão.

Para estudar este fenômeno, Sir W. Crookes construiu, em 1875, um tubo curvo, como aquele mostrado na fig. 23-26. Fazendo o vácuo no tubo e aplicando uma diferença de potencial entre o catodo e o anodo, Crookes observou que a região do tubo oposta ao catodo (região R na fig. 23-26) apresentava uma luminescência esverdeada. Ele suspeitou que esta luminescência fosse causada por algum tipo de radiação que era emitida pelo catodo e, deslocando-se...

Figura 26 - MÁXIMO, Antonio e ALVARENGA, Beatriz. Física, vol 3. São Paulo: Scipione, 2000. p.262.

Os Livros 1 (Gaspar), 2 (Sampaio e Calçada), 6 (Sampaio e Calçada) tratam, predominantemente, de aspectos históricos em caixas de texto que surgem ao longo do texto, abordando biografias e fatos marcantes da história da ciência.

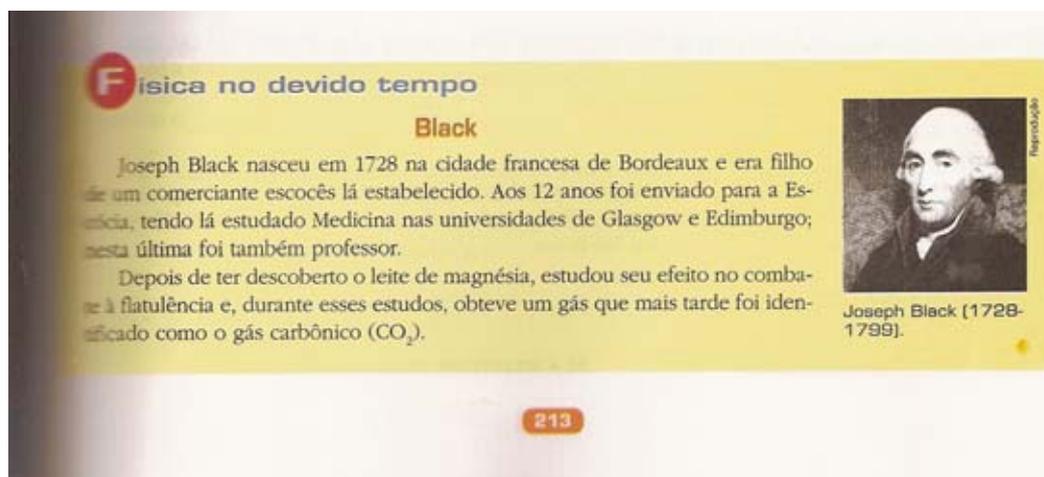


Figura 27 - SAMPAIO, José Luis e CALÇADA, Caio Sérgio. Universo da Física, vol. 2, 2.ed. São Paulo:Atual, 2005. p. 213.

No que diz respeito à dimensão histórica da Física é predominante a visão de uma história linear, que enfatiza as descobertas sem apresentar o contexto em que surgiram. Não é apresentado o conflito de idéias entre os cientistas, suas dúvidas e questionamentos. Também não são mostrados fatores sociais, culturais, econômicos que influenciaram a evolução do conhecimento. Pequenas biografias sem mostrar o contexto social em que viviam os cientistas podem impedir os estudantes de perceberem o processo social e gradativo da construção do conhecimento. Apresentar conhecimentos como grandes descobertas podem produzir visão distorcida da natureza da ciência.

3.4.6 Relação Ciência e Tecnologia

No que se refere à relação ciência e tecnologia a ênfase dada é bastante diferenciada. O **Livro 5 (Penteado e Torres)**, conforme dados das tabelas do apêndice, é o que mais aborda esse tema, há um box denominado “aplicação tecnológica” que trata o assunto. Em todas as obras o contexto em que surge o tema é predominantemente o da aplicação tecnológica da ciência. Como exemplo:



Figura 28 - PENTEADO, Paulo Cesar e TORRES, Carlos M. Física, vol 1. São Paulo: Moderna, 2005. p. 165.

A relação entre ciência e tecnologia também aparece nos livros analisados como explicação do funcionamento de aparatos tecnológicos, embora em menor quantidade.

No que diz respeito à relação ciência e tecnologia, o modelo que tem sido adotado pelos livros didáticos é a visão restritiva da tecnologia como ciência aplicada, talvez isso ocorra devido à potencialidade que o tema tem de dar aplicabilidade aos conhecimentos físicos. A abordagem de temas sobre ciência e tecnologia é importante para o estudante, a fim de que ele saiba encara o uso de tecnologias com senso crítico e responsabilidade.

CAPÍTULO 4

UMA PROPOSTA DE NOVO OLHAR PARA OS LIVROS DIDÁTICOS

Nos capítulos anteriores foi discutida a importância da cultura científica no Ensino Médio como parte fundamental da formação cultural do estudante da Educação Básica, e como o Livro Didático de Física vem atuando neste processo. Neste capítulo buscamos apresentar uma proposta de ampliação de perspectiva de análise sobre os referidos livros.

Sabemos que o livro didático é uma obra dirigida a um público definido, alunos e professores, e que o seu uso dependerá do contexto escolar. Nesse ambiente, tendo o professor como foco, vemos que este desempenha múltiplas atividades: regência de diversas turmas e diferentes séries, correção de inúmeras provas, faz registros em diários de classe, e tantas outras ações próprias da organização do nosso sistema escolar. Como parte do seu trabalho profissional está, muitas vezes, a responsabilidade pela escolha do livro didático.

Ao fazer opção por determinado livro, o professor vale-se de diversos critérios, parâmetros que são adquiridos ao longo da experiência profissional e de sua formação. Assim, queremos chamar a atenção do professor de Física e sugerir um olhar diferenciado, mais perscrutador do processo de constituição da ciência e da sua inserção nos textos didáticos de Física.

Para auxiliar na formação deste “novo olhar”, estamos sugerindo um conjunto de categorias analíticas como ferramenta de análise ao professor, auxiliando-o na identificação de alguns elementos importantes para a formação de uma cultura científica: *dialogicidade*, *protagonismo discente*, *dimensão empírica da ciência*, *dimensão histórica da ciência*, *relação entre ciência e tecnologia*.

O objetivo maior é o estabelecimento de uma relação com o livro didático sob uma perspectiva científico-cultural, a fim de identificar qual tem sido o seu papel na construção de uma cultura científica no ensino médio.

A aquisição de uma cultura científica na escola média é parte fundamental de todo um processo de formação cultural do estudante na Educação Básica, permitindo-lhe a apropriação do discurso científico e do entendimento das potencialidades e limitações da ciência.

Adotamos ao longo deste trabalho a expressão Cultura Científica, em contraposição ao termo Alfabetização Científica, visto que a idéia de cultura incorpora de maneira mais ampla e dinâmica o processo de apropriação do discurso científico bem como de uma visão crítica do mesmo. Uma cultura científica também se diz sobre uma reflexão em torno dos limites desse discurso e vincula a formulação científica a um contexto social, histórico, a um produto humano.

Defende-se aqui a idéia de que a constituição de uma cultura científica na educação básica reivindica uma ação didático-pedagógica que seja capaz de promover uma apreensão integrada de aspectos dinamicamente complementares da compreensão da ciência: aspectos **conceituais** e aqueles referentes à **natureza da ciência**. O primeiro refere-se aos conceitos, princípios, leis, teorias, formalismos matemáticos e modelos que são usados na ciência para descrever e interpretar a natureza. O segundo diz respeito a aspectos epistemológicos, filosóficos e históricos do processo de desenvolvimento da ciência, abordando de maneira mais direta a dinâmica da construção do conhecimento científico, como o cientista desenvolveu e justificou esse conhecimento, as mudanças de paradigmas, as influências econômicas, políticas, religiosas, enfim, uma dimensão interpretativa.

Esse processo de formação de uma cultura científica na educação básica pode ser apresentado em um esquema representativo dos elementos e processos que consideramos constitutivos da cultura científica neste nível de ensino, esquema que foi apresentado e discutido no capítulo 1 deste trabalho.

Buscando estabelecer critérios que nos permitissem um olhar crítico sobre os livros didáticos na sua maneira de entender e tratar a ciência, elaboramos um conjunto de *categorias analíticas* que procuram explicitar aspectos considerados relevantes no processo de constituição de uma cultura científica na educação básica. Assim foi que surgiram as categorias analíticas referidas anteriormente. A *Dialogicidade e Protagonismo Discente* estão vinculadas a uma dimensão mais propriamente pedagógica, o que nos remete a concepção dialógica e libertadora de educação proposta por Paulo Freire, que tem como alicerces o diálogo (elemento norteador do processo educativo), os objetos de conhecimento (mediadores do diálogo) e inserção do educando como sujeito nas ações educativas.

As dimensões Empírica e Histórica da Ciência e também a Relação Ciência-Tecnologia estão vinculadas a uma dimensão de caráter epistemológico, que nos remete a epistemologia histórico-crítica de Gaston Bachelard, que tem como alicerce os conceitos de “*ruptura*” e “*obstáculo epistemológico*”.

Nesta direção, sugerimos ao professor a utilização de um olhar diferenciado, mais perscrutador do processo de constituição da ciência e da sua inserção nos textos didáticos de Física. A tabela a seguir pretende uma apresentação sintética das categorias utilizadas ao longo deste trabalho e que são aqui sugeridas como ferramentas de análise ao professor.

AVALIANDO OS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA CATEGORIAS ANALÍTICAS SUGERIDAS

Categoria de análise	Aspectos analisados	Parâmetros
Dialogicidade	Nível e estilo de discurso utilizado ao longo do texto no trabalho didático-pedagógico com os diferentes temas.	Observação da estrutura dos capítulos, do ritmo de apresentação dos temas e do grau de levantamento de questões visando a inserção do estudante em um processo dialógico com o texto e mediados pelo texto.
Protagonismo Discente	Grau de inserção dos estudantes, adotado pelos autores ao longo do texto, no processo de investigação dos temas abordados.	Presença de atividades e/ou ações que remetam o estudante a uma participação ativa no processo de ensino-aprendizagem.
Dimensão Empírica	Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à dimensão empírica da ciência.	Presença de atividades experimentais que estimulem o controle de variáveis, tomada de dados e a relação destas com os conhecimentos teóricos trabalhados ao longo do texto.
Dimensão Histórica	Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à dimensão histórica da ciência.	Presença de aspectos sócio-econômicos e culturais como influenciando o processo de construção do conhecimento; Dinâmica de construção de teorias, apresentadas através do conflito de diferentes pontos de vista; a participação de diferentes cientistas na elaboração de conceitos e teorias.
Relação Ciência-Tecnologia	Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à relação ciência-tecnologia.	Presença da discussão de fatores tecnológicos como potencializadores do desenvolvimento científico; reflexões acerca da aplicabilidade da ciência e sua presença no desenvolvimento da tecnologia e seus produtos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou discutir, com base nos referenciais teóricos estabelecidos em Paulo Freire e Gaston Bachelard, a necessidade que a educação básica tem na formação de uma cultura científica e como o livro didático, instrumento de trabalho pedagógico do professor, tem papel relevante a desempenhar neste processo.

Reconhece-se aqui, que a formação de uma cultura científica no ensino médio não pode prescindir de uma abordagem explícita de diferentes e complementares aspectos da ciência. Não se trata, é importante ressaltar, de valorizar esses elementos como instrumentos de motivação ou de facilitação da aprendizagem, mas de compreendê-los enquanto dimensões constitutivas da própria ciência e, portanto, imprescindíveis ao trabalho didático-pedagógico com a mesma.

Na análise que fizemos dos livros didáticos de Física foi possível observar inadequações para a proposta de formação de uma cultura científica no ensino médio. A visão fragmentada da Física é predominante, basicamente devido à falta de identificação de elementos estruturadores do conhecimento físico. As atividades experimentais propostas, em sua quase que generalidade, não explicitam a dimensão empírica da ciência. A ciência não é compreendida em seu processo de construção, mas apresentada na forma de pequenos “flashes”, que visam mais ilustrar que explicitar a dinâmica da construção da ciência. A relação entre ciência e tecnologia é pouquíssimo explorada, reduzindo-se na grande maioria dos casos à identificação de aplicações tecnológicas como fruto natural do processo de desenvolvimento da ciência. Os exercícios propostos tentam construir um processo de treinamento, seja para os exames de ingresso em cursos superiores ou qualquer

outro exame. O estudante não é participante do processo de construção do conhecimento.

Tais fatores se contrapõem frontalmente a proposta aqui defendida de formação de uma cultura científica, vinculada a uma apropriação da linguagem científica numa perspectiva crítica.

Mas a inadequação dos livros didáticos não é novidade. Diversos trabalhos acadêmicos já apontaram tal inadequação. Em artigo que trata dos problemas do livro didático de ciências, Fracalanza (2006) fez levantamentos de algumas pesquisas realizadas até os anos 1990, que tratam sob diversos aspectos do livro didático de ciências, e observou que a quase unanimidade dos trabalhos apontaram inadequações dos livros didáticos.

Diante do quadro exposto, a proposta deste trabalho foi, além de uma reflexão em torno da temática, encontrar algumas diretrizes de orientação que nos possibilite contribuir no processo de transformação dos livros didáticos de ciências, mais especificamente de Física. Nesse sentido, foram propostas algumas categorias de análise dos referidos textos didáticos, como proposta de um novo olhar sobre os mesmo, a saber: *dialogicidade, protagonismo discente, dimensão empírica da ciência, dimensão histórica da ciência, relação entre ciência e tecnologia.*

De fato, se queremos que o livro didático seja inserido de maneira efetiva no processo de construção de uma cultura científica na escola média, faz-se necessário transformá-lo. Isso implica em concebê-lo de forma a possibilitar a inserção consciente e dialógica do estudante no processo de aquisição do conhecimento científico, compreendendo-o sob diferentes perspectivas, valorizando a ciência enquanto um processo de construção social.

Mesmo reconhecendo a necessidade de mudança do livro didático, deve-se admitir que tais mudanças demandam algum tipo de ruptura com a atual estrutura de organização do sistema educacional, por demais centrado na transmissão passiva do conhecimento. O livro didático encontra-se numa “roda viva” que envolve currículo, organização escolar, formação do professor, políticas públicas. Temos uma organização escolar seriada em que as disciplinas são organizadas conforme as séries, prevendo uma seqüência de conteúdos, caracterizando um currículo que foi elaborado a partir das políticas públicas, e os professores são formados segundo essa concepção. Os livros didáticos traduzem essa visão. Não só a traduzem, como incentivam.

Romper com esse esquema é difícil, mas para que isso aconteça é necessário identificar alguns “nós” e desatá-los. Um desses “nós” é a estrutura do livro didático de Física. Este deveria estar voltado para uma visão geral das Leis Físicas e para a formação crítica do estudante.

Nesse sentido, o texto de apoio proposto aqui para os professores de Física do ensino médio pretende-se como uma contribuição na formação de um novo olhar para os livros didáticos de Física, incorporando aspectos (situados aqui como categorias de análise) normalmente ausentes nas abordagens usuais. Assim é que categorias como *dialogicidade*, *protagonismo discente*, *dimensão empírica da ciência*, *dimensão histórica da ciência*, *relação entre ciência – tecnologia* foram aqui sugeridas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Rozana; GOMES, Maria Margarida; LOPES, Alice. **Contextualização e Tecnologia em livros didáticos de Biologia e Química**. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n3/v10_n3_a6.html > Acesso em 29 de Novembro de 2006.

ALMEIDA JÚNIOR, João B. A evolução do ensino de física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 01, n.02, p. 45-58, out. 1979.

_____. Ibid. 2ª parte, v. 02, n.01, p.55-73, 1980.

ALVARES, Beatriz A. Livro didático, análise e seleção. In: MOREIRA, Marco Antônio; AXT, R. **Tópicos em ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

AMORIM, Antônio Carlos R. Biologia, Tecnologia e Inovação no currículo do ensino médio. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v.03, n.01, Mar. 1998.

ARAÚJO, Mauro Sérgio T. de; ABIB, Maria Lúcia V. dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n. 02, junho, 2003.

BACHELARD, Gston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, Joaquim de Oliveira et al. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.16, n.01, p. 105-122, abril, 1999. Disponível em <<http://www.fsc.ufsc.br> > Acesso em 07 de setembro de 2007.

BARRA, Vilma M. e LORENZ, Karl Michael. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v.38, n.12, Dez 1986.

BARROS, Suzana de Souza. Educação formal versus informal: desafios da alfabetização científica. In: ALMEIDA, M. J. P. M. e SILVA, H. C. (Orgs). **Linguagens, Leituras e Ensino de Ciências**. Campinas: Mercado das Letras, 1998.

BIZZO, Nélio. A formação de professores de ciências no Brasil: uma cronologia de improvisos. In **Ciência e cidadania: seminário internacional de ciências de qualidade para todos**, 28 nov. a 01 dez. 2004. Brasília: UNESCO, 2005.

BORGES, A. Tarcísio. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.19, n. 03, dezembro 2002. Disponível em <<http://www.fsc.ufsc.br> > Acesso em 07 de setembro de 2007.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio**: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Edital de convocação para inscrição de livro didático no PNLEM/2005**. Brasília: MEC, SEB, 2005 (a). Disponível em <<http://www.fnnde.gov.br>> Acesso em 10 de janeiro de 2007.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Edital de convocação para inscrição de livro didático no PNLEM/2007**. Brasília: MEC, SEB, 2005 (b). Disponível em <<http://www.fnnde.gov.br>> Acesso em 10 de janeiro de 2007.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**, v. 02. Brasília: MEC; SEMTEC, 2006 (a).

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio 2007, Biologia**. Brasília: MEC, SEB, 2006 (b).

CACHAPUZ, António Francisco; PRAIA, João Félix. Manuais escolares: que papéis para a escola do século XXI? **Revista Inovação**, v. 11, p. 61-73, 1998.

CACHAPUZ, António et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CALDAS, W. **Cultura**. São Paulo: Global, 1986.

CARNEIRO, Maria Helena da S.; SANTOS, Wildson Luis P.; MÓL, Gérson de S. Livro Didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. v.07, n.2, Dez 2005.

CHALMERS, A.F. **O que é ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**. V.30, n.3, p. 549-566, set./dez. 2004.

DURANT, John. O que é alfabetização científica? In: MASSARANI, Luisa; TURNEY, Jon; MOREIRA, Ildeu de C. (Orgs). **Terra Incógnita: a interface entre ciência e público**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, Museu da Vida, FIOCRUZ, Vieira & Lent, 2005.

FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: novas ou velhas perspectivas. In FRACALANZA, Hilário; MEGID NETO, Jorge (Orgs). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006.

FEITOSA, S. C. S. **O método Paulo Freire**. Disponível em <<http://www.paulofreire.org/Biblioteca/metodo.htm>> . Acesso em 14/10/2006.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3.ed. revista e ampliada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FERREIRA, Márcia S.; SELLES, Sandra E. Análise de livros didáticos em ciências: entre as ciências de referencia e as finalidades sociais da escolarização. **Revista Educação em Foco**, v.08, n.1-2, fev. 2004.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** Tradução de Rosisca Darcy de Oliveira. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1971.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAG, Bárbara; MOTTA, Valéria R.; COSTA, Wanderly F. **O livro didático em questão**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 1997.

GRAVINA, M. H. e BUCHWEITZ, B. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 16, n.1-4, p. 110-119, 1994. Disponível em < www.sbfisica.org.br > Acesso em 27 de Outubro de 2007.

GÉRARD, François-Marie e ROEGIERS, Xavier. **Conceber e avaliar manuais escolares**. Porto: Editora Porto, 1998.

JAPIASSU, Hilton. **Ciência e destino humano**. Rio de Janeiro: Imago, 2005.

KAWAMURA, Maria Regina D. HOSOUME, Yassuko. A contribuição da Física para um Novo Ensino Médio. **Revista Física na Escola** v.04, n.02, p.22-27, 2003.

KNIGHT, David. Trabalhando à luz de duas culturas. In: ALFONSO-GOLDFARB Ana Maria e BELTRAN Maria Helena R. **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC / Livraria Editora da Física, 2004.

KRASILCHICK, Myriam. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, ano 11, n.55, p.3-7, 1992.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. 8. ed. revista. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2003.

LARANJEIRAS, Cássio C. **Redimensionando o Ensino de Física numa perspectiva histórica**. Dissertação de mestrado. Instituto de Física e Faculdade de Educação da USP. São Paulo. 1994.

LEODORO, Marcos Pires. **Pensamento, Cultura Científica e Educação**. Dissertação (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. SP. 2005.

LOPES, Alice R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n.3: p. 248 - 273, dez 1996.

_____. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: Ed. da EDURJ, 1999.

MARTINS, Eliecília de Fátima; GUIMARÃES, Gislene Margaret A. As concepções de natureza nos livros didáticos de ciências. **Revista Ensaio**, v. 08, n.02, Dez. 2002.

MARTINS, Roberto de Andrade. A história das ciências e seus usos na educação. In SILVA, Cibelle Celestino (org). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. Livraria da Física. São Paulo, 2006.

MEGID NETO, Jorge e FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, v.09, n.02, p.147-157, 2003.

MEGID NETO, Jorge e PACHECO, Décio. Pesquisas sobre o ensino de Física no nível médio no Brasil. In NARDI, Roberto (org). **Pesquisas em ensino de Física**, 3.ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

MENEZES, Luis Carlos de. **A matéria uma aventura do espírito: fundamentos e fronteiras do conhecimento físico**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2005.

_____. As mudanças no mundo e o aprendizado das ciências como direito. In **Ciência e cidadania: seminário internacional de ciências de qualidade para todos**, 28 nov. a 01 dez. 2004. Brasília: UNESCO, 2005.

MOLINA, O. **Quem engana quem? Professor X Livro Didático**. Campinas: Papyrus, 1987.

MOREIRA, Marco Antonio e AXT, Rolando. O livro didático como veículo de ênfases curriculares no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.08, n.01, p.33-48, jun 1986.

MORTIMER, Eduardo F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**, Brasília, v.07, n.40, p.24-41, out/dez. 1988.

NABIHA, G. **O Plano Nacional do Livro Didático no Brasil**. Disponível em: <www.inep.gov.br/download/cibec/pce/2001/paper_nabiha.doc> Acesso em 28 de Novembro de 2007.

NARODOWSKI, Mariano **Comenius & a educação**. Tradução Alfredo Veiga-Neto. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

NEVES, Paula; VALADARES, Jorge António. O contributo dos manuais de física para o enriquecimento conceptual dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**. v. 04, n.02, Maio/Agosto, 2004.

NICOLI JÚNIOR R. B.; MATTOS, C. R. **Uma análise de livros didáticos de física das décadas de 50 e 60**. Disponível em: <

<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/x/sys/resumos/t0044-1.pdf>>. Acesso em: 21 mar 2007.

OLGUIN, Giuliano. **A visão de currículo nos livros didáticos**: o eletromagnetismo no ensino médio como exemplo. Dissertação de mestrado. Instituto de Física Universidade de São Paulo. São Paulo. 2005.

OSTERMANN, Fernanda. A epistemologia de Kuhn. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n.3: p. 184 – 196, dez 1996.

PRETTO, Nelson De Luca. **Ciência nos livros didáticos**. Campinas: Ed. Unicamp, 1985.

PROGRAMA Nacional do Livro para o Ensino Médio / PNLEM. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=920&Itemid=>> Acesso em 25 de Novembro de 2007.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, Maurício (Org) **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2. ed. revista. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005.

RICARDO, Elio, C. Implementação dos PCN em sala de aula: dificuldades e possibilidades. **Revista Física na Escola**, v.04, n.01, p.08-11, 2003.

RICARDO, Elio Carlos; CUSTÓDIO, José Francisco; REZENDE JÚNIOR, Mikael F. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 29, n.01, p. 135-147, 2007. Disponível em < www.sbfisica.org.br > Acesso em 23 de Outubro de 2007.

RICARDO, Elio C.; ZYLBERSZTAJN, Arden. O ensino de ciências no nível médio: um estudo sobre as dificuldades de implantação dos Parâmetros Curriculares+. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.03, p.351-371, dez 2002.

SAMPAIO, G. M. **A história do ensino de física no Colégio Pedro II de 1838 até 1925**. Dissertação de mestrado. Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia da UFRJ. Rio de Janeiro. 2004.

SANDRIN, Maria de Fátima N. PUORTO, Giuseppe. NARDI, Roberto. Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. **Investigação em Ensino de Ciências**, v.10, n.03, 2005.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado. Tradução Cláudia Schilling.

SANTOS, J. L. **O que é cultura**. 16 ed., 10 reimpressão. São Paulo: Brasiliense, 2004 (a).

SANTOS, Maria Eduarda do Nascimento V. M. Educação pela ciência e educação sobre ciência nos manuais escolares. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, v.04, n.01, jan/abr 2004 (b).

SANTOS, Sandra Maria de Oliveira dos. **Critérios para avaliação de livros didáticos de Química para o Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química). Instituto de Física e Instituto de Química. Universidade de Brasília. DF. 2006.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n.36, p. 474-496, set./dez. 2007.

SILVA, Ezequiel Theodoro. Livro didático: do ritual de passagem à ultrapassagem. **Em Aberto**, ano 16, n. 69, jan/mar, 1996.

SILVEIRA, F.L. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13, n.3: p.197-218, dez. 1996.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência e Educação**, v.9 n.1, p. 93-104, 2003.

VOGT, Carlos. A espiral da cultura científica. *Cultura científica* n. 45, Julho 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em: 28 mar 2006.

ZANETIC, João. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Revista Pro-Posições**, v.17, n.1(49), jan/abr, 2006

_____. Física também é cultura. São Paulo, 1989. Tese de doutorado, FEUSP.

ZIBAS, Dagmar M. L.; FERRETTI, Celso J. Gisela, L.. B. Micropolíticas Escolar e estratégias para o desenvolvimento do protagonismo juvenil. **Cadernos de Pesquisa**. V. 36, n. 127, p. 51-85, jan./abr. 2006. Disponível em <www.scielo.br/pdf/cp/v36n127/a0436127.pdf>. Acesso em 14 de Outubro de 2007.

Livros didáticos

GASPAR, Alberto. **Física**, volume único. São Paulo: Ática, 2005.

GONÇALVES FILHO, Aurélio; TOSCANO, Carlos. **Física**, volume único. São Paulo: Scipione, 2005.

LUZ, Antônio Máximo Riveiro; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física**: volumes 1, 2 e 3. São Paulo: Scipione, 2000.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Física**, volume único. 2.ed. São Paulo: Atual, 2005.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da Física**, volumes 1, 2 e 3. 2.ed. São Paulo: Atual, 2005.

TORRES, Carlos Magno; PENTEADO, Paulo César. **Física – Ciência e Tecnologia**. Volumes 1, 2 e 3. São Paulo: Moderna, 2005.

APÊNDICE

Nas tabelas apresentadas a seguir considere as seguintes informações:

Local – refere-se à posição do texto em que aparece o tema, sendo identificado como box, final do capítulo, ao longo do texto e texto complementar. Legenda:

B – box

FC - final do capítulo

LTX – ao longo do texto

TC – texto complementar

Forma – de que modo aparecem os temas, sendo que para experimentos eles podem ser identificados como roteiros ou experimento aberto e ainda desenvolver habilidades de fazer observações, classificar, prever, formular hipóteses, medir grandezas físicas, fazer montagens, representar informações através de gráficos, tabelas, esquemas, diagramas.

No caso de História da Ciência, a forma como surgem os temas pode ser biografia, fatos marcantes e linha do tempo.

No caso de Ciência e Tecnologia a forma do tema pode aparecer como aplicação tecnológica ou funcionamento de aparatos.

Legenda:

R – roteiro

A – experimento aberto

1 – fazer observações

2 - classificar

3 – prever / formular hipóteses

4 – medir grandezas físicas

5 – fazer montagens

6 – representar informações através de gráficos, tabelas, esquemas, diagramas.

BIO – biografia

F – fatos marcantes

L – linha do tempo

AT – aplicação tecnológica

FUN – funcionamento de aparatos

APÊNDICE A

Tabela 7 – Distribuição dos conteúdos Livro 1 – Tema Mecânica

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS						
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	resolver	pensar	analisar concluir	total		
Apresentação e índice	21	3,8																
1. Grandeza e vetores	9	1,6	1	FC	R1e4	1	LT	F						4	6	5	0	15
2. Estudo dos movimentos	10	1,8												4	5	4	11	24
3. Movimentos Retilíneos	8	1,4	1	FC	R4e6									5	6	3	5	19
4. Movimento Retilíneo Uniforme	9	1,6	1	FC	R4e5e6									4	5	2	7	18
5. Movimento Retilíneo Uniformemente Variado I	8	1,4												6	7	3	6	22
6. Movimento Retilíneo Uniformemente Variado II	9	1,6				1	B	BIO						5	6	1	7	19
7. Movimentos sob a ação da gravidade	8	1,4	1	FC	R4e6									3	5	3	10	21
8. Leis de Newton	9	1,6	1	FC	R1e3									4	5	7	11	27
9. Peso e equilíbrio estático	9	1,6												3	4	3	13	23
10. Aplicações das Leis de Newton I	9	1,6												6	8	1	8	23
11. Aplicações das Leis de Newton II	11	2,0	1	FC	R4e6									5	3	1	11	20
12. Movimento circular I	10	1,8												3	4	0	12	19
13. Movimento circular II	9	1,6	1	FC	R4									5	5	0	12	22
14. Trabalho	8	1,4												2	3	2	6	13
15. Potência	6	1,1												4	4	3	12	23
16. Energia	9	1,6												5	4	3	15	27
17. Energia mecânica e sua conservação	10	1,8	1	FC	R4									4	6	1	17	28
18. Impulso e quantidade de movimento	10	1,8												4	6	6	16	32
19. Gravitação	10	1,8				1	LT	F						5	5	3	18	31
20. Hidrostática I	10	1,8	2	FC	R1									5	5	4	18	32
21. Hidrostática II	14	2,5	2	FC	R1e4									4	4	3	21	32
Total	195	35,3	12			3								90	106	58	236	490

TABELA 7 – Distribuição do conteúdo Livro 1 (Gaspar)
Tema: Mecânica

APÊNDICE B

Tabela 8 – Distribuição dos conteúdos Livro 1 – Tema Ondas e Ótica

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS				
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvidos	resolver	pensar	analisar concluir	total
22. Ondas I	11	2,0	2	FC	R1 e 4							3	4	2	13	22
23. Ondas II	11	2,0	2	FC	R1				1	B	AT	3	3	2	10	18
24. Som	12	2,2	2	FC	R1							3	3	2	18	26
25. Luz	13	2,4	2	FC	R1							4	5	4	17	30
26. Espelhos esféricos	11	2,0	1	FC	R1							4	4	3	10	21
27. Refração da luz I	10	1,8	1	FC	R1							3	4	2	15	24
28. Refração da luz II	11	2,0	1	FC	R1				1	B	AT	4	4	2	17	27
29. Lentes	13	2,4	1	FC	R1	1	B	L				7	7	4	12	30
30. Instrumentos ópticos	12	2,2	2	FC	R1							6	6	1	17	30
31. Óptica ondulatória	10	1,8	1	FC	R1							2	2	3	9	16
Total	114	20,7	15			1			2			39	42	25	138	244

TABELA 8 - Distribuição do conteúdo Livro 1 (Gaspar)
Tema: ondas e ótica

APÊNDICE C

Tabela 9 – Distribuição dos conteúdos Livro 1 – Tema Termodinâmica

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS					
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	resolver	pensar	analisar concluir	total	
32. Temperatura e dilatação térmica	11	2,0	1	FC	R 4				1	B	AT	4	4	4	4	12	24
33. Comportamento térmico dos gases	12	2,2	1	FC	R 1 e 4	B	BIO					4	4	4	5	15	28
34. Calor: conceito e medida	10	1,8	1	FC	R 4	B	L					5	5	5	2	17	29
35. Mudanças de fase e transmissão do calor	12	2,2	1	FC	R 1							2	2	2	5	16	25
36. Leis da Termodinâmica I	12	2,2	2	FC	R 1							5	5	5	2	14	26
37. Leis da Termodinâmica II	13	2,4	1	FC	R 1							1	1	1	4	18	24
Total	70	12,7	7			2			1			21	21	21	22	92	156

TABELA 9 - Distribuição de conteúdos Livro 1 (Gaspar)
Tema: Termodinâmica

APÊNDICE D

Tabela 10 – Distribuição dos conteúdos Livro 1 – Tema Eletromagnetismo

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS						
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	resolver	pensar	analisar concluir	total		
38. Introdução à eletricidade	13	2,4	1	FC	R1							7	6	4	17	34		
39. Campo elétrico	11	2,0	1	FC	R1							5	5	3	13	26		
40. Potencial elétrico	14	2,5	1	FC	R1							5	4	3	19	31		
41. Corrente elétrica	10	1,8	1	FC	R4						1	B	AT	2	3	2	9	16
42. Potência elétrica e associação de resistores	13	2,4	2	FC	R1e4							5	4	4	25	38		
43. Geradores e circuitos elétricos	14	2,5	2	FC	R1e4							4	5	5	16	30		
44. O campo magnético	15	2,7	2	FC	R1							3	3	5	17	28		
45. Corrente elétrica e campo magnético	12	2,2	2	FC	R1	1	LT	F				4	3	2	16	25		
46. Indução eletromagnética	16	2,9	2	FC	R1						1	B	AT	3	3	4	18	28
Física Moderna	12	2,2					LT B	L										
Total	130	23,6	14			1			2			38	36	32	150	256		

TABELA 10 - Distribuição dos conteúdos Livro 1 (Gaspar)
Tema: Eletromagnetismo

APÊNDICE E

Tabela 11 – Distribuição dos conteúdos Livro 2 – Tema Mecânica

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS			
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	propostos	total	
Apresentação e índice	8	1,7													
1. Introdução à física	6	1,3											-	0	
2. Introdução à Mecânica	3	0,6											-	4	
3. Velocidade	4	0,8	2	B	R 4								4	3	
4. Movimento com trajetória orientada	4	0,8											-	6	
5. Equação horária do movimento uniforme	4	0,8											3	6	
6. Gráficos do movimento uniforme	5	1,1											1	5	
7. Aceleração escalar	4	0,8											2	7	
8. Equações do movimento uniformemente variado	4	0,8											3	7	
9. Movimento vertical no vácuo	5	1,1	1	B	R 1 e 4	1	p.41	BIO					2	6	
10. Gráficos do movimento uniformemente variado	6	1,3											2	4	
11. Vetores	9	1,9											2	12	
12. Lançamento de projéteis	6	1,3	1	B	R 1								2	7	
13. Cinemática angular	5	1,1											1	13	
14. Lei da inércia	5	1,1				1	B	BIO					-	4	
15. Segunda lei de Newton	4	0,8											1	12	
16. Peso e terceira lei de Newton	8	1,7							1	B	AT		2	8	
17. Algumas aplicações das leis de Newton	6	1,3											2	6	
18. Decomposição de forças	4	0,8											-	7	
19. Força elástica e força de atrito	5	1,1											-	8	
20. Dinâmica do movimento circular	6	1,3											3	6	
21. Trabalho de uma força	8	1,7											1	8	
22. Energia cinética	6	1,3											2	3	
23. Conservação da energia mecânica	4	0,8							1	B	FUN		1	7	
24. Potência e rendimento	4	0,8											1	9	
25. Conservação da quantidade de movimento e colisões	10	2,1	1	B	R 4								2	19	
26. Impulso de uma força	3	0,6											1	6	
27. Gravitação	5	1,1											1	8	
28. Estática dos corpos rígidos	4	0,8											1	5	
29. Hidrostática – leis de Stevin	9	1,9											5	13	
30. Hidrostática – princípio de Arquimedes	3	0,6											1	3	
Total	159	33,7	5			2			2				46	212	258

TABELA 11 – Distribuição dos conteúdos Livro 2 (Sampaio e Calçada)
Tema: Mecânica

APÊNDICE F

Tabela 12 – Distribuição dos conteúdos Livro 2 – Tema Termologia

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS		
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	propostos	total
31. Termometria	4	0,8	1	B	R1							0	8	8
32. Expansão térmica de sólidos e líquidos	6	1,3										1	9	10
33. Calorimetria	7	1,5				1	B	BIO				3	15	18
34. Mudanças de estado de agregação	6	1,3										0	5	5
35. Transmissão de calor	5	1,1							2	B	FUN	1	7	8
36. Leis dos gases ideais	5	1,1										2	6	8
37. Termodinâmica	6	1,3				1	LT	F				2	8	10
Total	39	8,3	1			2			2			9	58	67

TABELA 12 - Distribuição do conteúdo do livro 2 (Sampaio e Calçada)
Tema: Termologia

APÊNDICE G

Tabela 13 – Distribuição dos conteúdos Livro 2 - Tema Ótica

Tabela 14 – Distribuição dos conteúdos Livro 2 - Tema Ondas

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS		
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	propostos	total
38. A luz	7	1,5									0	7	7	
39. Espelhos planos	5	1,1	1	B	R 4						0	5	5	
40. Espelhos esféricos	10	2,1	2	B	R 4						1	12	13	
41. Refração da luz	10	2,1									3	13	16	
Capítulo 42 – lentes	7	1,5									0	7	7	
Total unidade óptica	39	8,3	3								4	44	48	

TABELA 13 - Distribuição dos conteúdos Livro 2 (Sampaio e Calçada)
Tema: Ótica

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS		
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	propostos	total
43. Ondas	7	1,5									0	10	10	
44. Algumas propriedades das ondas	6	1,3									1	8	9	
45. Interferência e ondas estacionárias	7	1,5	1	B	R 1						1	8	9	
Total unidade ondas	20	4,2									2	26	28	

TABELA 14 - Distribuição dos conteúdos Livro 2 (Sampaio e Calçada)
Tema: Ondas

APÊNDICE H

Tabela 15 – Distribuição dos conteúdos Livro 2 – Tema Eletromagnetismo

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS		
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	propostos	total
46. Carga elétrica	5	1,1										3	4	7
47. Eletrização	7	1,5	2	B	R 1 e 2							2	16	18
48. Força eletrostática	4	0,8										2	10	12
49. Campo elétrico	4	0,8	1	B	R 1							1	10	11
50. Campo elétrico de várias cargas	4	0,8										1	9	10
51. Potencial elétrico I	3	0,6				1	B	BIO				1	6	7
52. Potencial elétrico II	4	0,8										1	6	7
53. Trabalho do campo elétrico	3	0,6										1	7	8
54. Campo elétrico uniforme	4	0,8										1	7	8
55. Corrente elétrica	4	0,8										1	6	7
56. Tensão elétrica	5	1,1										2	8	10
57. Resistores e Lei de Ohm	4	0,8										3	8	11
58. Associação de resistores I	5	1,1										2	9	11
59. Associação de resistores II	6	1,3										2	13	15
60. Associação de resistores III	5	1,1										3	13	16
61. Geradores elétricos	6	1,3										2	8	10
62. Circuitos elétricos com geradores reais	3	0,6										2	8	10
63. Receptores elétricos	5	1,1										2	8	10
64. Potência e energia elétrica	3	0,6										1	9	10
65. Potência dissipada no resistor	3	0,6										1	12	13
66. Campo magnético	6	1,3										0	7	7
67. Força magnética	7	1,5										3	7	10
68. Fontes de campo magnético	7	1,5										1	7	8
69. Indução eletromagnética	8	1,7										3	7	10
70. Algumas aplicações da indução eletromagnética	6	1,3										0	0	0
71. Ondas eletromagnéticas	3	0,6										0	0	0
Total unidade eletricidade	124	26,3	3			1						41	205	246

TABELA 15 - Distribuição dos conteúdos Livro 2 (Sampaio e Calçada)

Tema: Eletromagnetismo

APÊNDICE I

Tabela 16 – Distribuição dos conteúdos Livro 2 – Tema Física Moderna

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS		
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	propostos	total
72. Teoria da relatividade	12	2,5									2	6	8	
73. Mecânica quântica	10	2,1									0	9	9	
74. Partículas elementares	10	2,1									0	5	5	
Total unidade fis. Moderna	32	6,8									2	20	22	
Respostas dos exercícios	6	1,3												
Questões e testes de vestibulares	33	7,0												
Questões do Enem	12	2,5												
Total														

TABELA 16 - Distribuição dos conteúdos Livro 2 (sampaio e Calçada)
Tema: Física Moderna

APÊNDICE J

Tabela17 – Distribuição dos conteúdos Livro 3 – Tema Mecânica

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS		
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	exercícios	questões	total
Forças	15	3,2	1	LT	R 1				1	TC	AT	17	3	20
Lei fundamental dos movimentos	13	2,8	0									29		29
conservação da quantidade de movimento	19	4,0	1	LT	R 1	1	LT	L	1	TC	AT	21	4	25
Gravitação	15	3,2					LT	L				24	4	28
Estática	11	2,3	1	LT	R 1							15		15
Estática dos fluidos	13	2,8	2	LT	R 1 e 3				1	TC	AT	24	4	28
Energia	13	2,8										19		19
Trabalho e potencia	11	2,3	1	LT	R 1 e 4							30		30
Total Unidade Mecânica	110	23,3	6			1			3			179	15	194

TABELA 17 - Distribuição dos conteúdos Livro 3 (Gonçalves Filho e Toscano)
Tema: Mecânica

APÊNDICE K

Tabela 18 – Distribuição dos conteúdos Livro 3 – Tema Física Térmica e Ótica

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS		
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	exercícios	questões	total
Uma teoria para a temperatura e o calor	17	3,6	3	LT	R 1e3	1	LT	L	1	TC	AT	32	4	36
Efeitos da transferência de energia	27	5,7	4	LT	R 1e3				2	LT TC	AT	44	6	50
Máquinas térmicas	11	2,3				3	LT TC	BIO	1	LT	FUN	18	5	23
Luz, visão e fenômenos luminosos	9	1,9	3	LT TC	R 1e4							15	3	18
Reflexão da luz	21	4,4	1	LT	R 1							24	0	24
Refração da luz	25	5,3	2	LT	R 1							35	0	35
Luz, partícula ou onda?	19	4,0	2	LT	R 1	6	LT	L	1	TC	AT	29	5	34
Total Unidade Física Térmica	129	27,3	15			10			5			197	23	220

TABELA 18 - Distribuição dos conteúdos Livro 3 (Gonçalves Filho e Toscano)
Tema: Física Térmica e Ótica

APÊNDICE L

Tabela 19 – Distribuição dos conteúdos Livro 3 – Tema Eletromagnetismo

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS		
			nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	exercícios	questões	total
Aparelhos e circuitos elétricos: eletrodinâmica	33	7,0	5	LT	R 1 e 3			1	TC	AT	50	6	56	
Campo elétrico, tensão e modelo de corrente elétrica	31	6,6	2	LT	R 1 e 3	LT	L				56	0	56	
Magnetismo e eletricidade	27	5,7	5	LT	R 1 e 5	LT	L	1	TC	FUN	40	6	46	
Energia elétrica: produção e distribuição	19	4,0				LT	BIO	4	LT TC	AT	21	6	27	
Total Unidade Eletricidade	110	23,3	12					6			167	18	185	

TABELA 19 - Distribuição dos conteúdos Livro 3 (Gonçalves Filho e Toscano)
Tema: Eletromagnetismo

APÊNDICE M

Tabela 20 – Distribuição dos conteúdos Livro 4 – Tema Vol 1

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO TOTAL DE PÁGINAS	% DO TOTAL DE PAG DA COLEÇÃO	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS								
				nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	exem plo	fixação	revisão	prob e teste	prob e teste	prob e teste	total		
Apresentação e índice	26	6,9	2,2																		
1. Algarismos significativos	20	5,3	1,7	3	FC	R 4	1	TC	F	0				2	31	5	17	0	55		
2. Movimento retilíneo	36	9,6	3,0	4	FC	R 1 e 4	2	B TC	BIO	0				6	35	10	30	25	106		
3. Vetores e movimento curvilíneo	32	8,5	2,7	3	FC	R 1 e 4								5	30	10	22	30	97		
4. Primeira e terceira Leis de Newton	27	7,2	2,3	7	FC	R 1 e 4	2	B TC	BIO	0				4	29	10	20	0	63		
Apêndice: momento de uma força equilíbrio de um ponto rígido	15	4,0	1,3											2	14	0	0	30	46		
5. Segunda Lei de Newton	34	9,0	2,9	4	FC	R 1		B TC	F BIO					10	42	10	40	0	102		
apêndice: movimento de um projétil aplicação das leis de Newton	20	5,3	1,7											1	B	AT	7	12	0	30	49
6. Gravitação universal	30	8,0	2,5	4	FC	R 1	3	LT B	BIO	1				3	35	8	25	20	91		
7. Hidrostática	44	11,7	3,7	7	FC	R 1 e 4	2	B TC	BIO	2				4	42	10	24	20	100		
8. Conservação da energia	46	12,2	3,9	5	FC	R 1 e 4	3	B	BIO	1				12	43	10	30	26	121		
Questões de vestibular	24	6,4	2,0																189		
Respostas dos exercícios	18	4,8	1,5																		
Valores para funções trigonométricas	1	0,3	0,1																		
Constantes físicas	1	0,3	0,1																		
Bibliografia indicada para alunos	2	0,5	0,2																		
Total vol. 01	376	100,0	31,5	37			13			5				55	313	73	208	181	830		

TABELA 20 - Distribuição dos conteúdos Livro 4 (Máximo e Alvarenga)
Tema: V.01 Mecânica

APÊNDICE N

Tabela 21 – Distribuição dos conteúdos Livro4 – Tema Vol 2

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% DO TOTAL DE PÁGINAS	% DO TOTAL DE PÁG DA COLEÇÃO	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS						
				nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	examplo	fixação	revisão	prob e teste	prob e suplementar	total	
Apresentação e índice	26	6,5	2,2																
9. Conservação da quantidade de movimento	30	7,5	2,5	3	FC	R1e4	2	LT TC	L BIO					7	25	8	25	25	90
10. Temperatura e dilatação	26	6,5	2,2	4	FC	R1	3	TC	BIO	B	AT			2	26	10	22	14	74
11. Comportamento dos gases	30	7,5	2,5	3	FC	R1	6	B TC	L BIO					6	32	8	30	15	91
12. Primeira lei da termodinâmica	34	8,5	2,9	6	FC	R1e4	3	TC	F BIO		TC	AT		4	44	10	30	0	88
Apêndice: Transferência de calor - Estudo quantitativo	7	1,8	0,6				1	B	BIO					2	10	0	0	0	12
Apêndice: Máquinas térmicas - Informações adicionais	13	3,3	1,1				2	B	BIO		LT	FUN		1	0	0	0	22	23
13. Mudanças de fase	30	7,5	2,5	5	FC	R1e4					B	AT		2	33	10	30	12	87
14. Reflexão da luz	42	10,5	3,5	11	FC	R1	1	B TC	F BIO					7	46	10	29	15	107
15. Refração da luz	48	12,0	4,0	13	FC	R1	1	B	BIO		B	AT		8	45	12	30	18	113
16. Movimento ondulatório	49	12,3	4,1	6	FC	R1e4		B TC	BIO					4	45	12	34	0	95
Apêndice: equações do MHS	6	1,5	0,5											1	6	0	0	0	7
Apêndice: cordas vibrantes e tubos sonoros	6	1,5	0,5											2	15	0	0	0	17
Apêndice: equações do efeito Doppler	5	1,3	0,4											1	20	0	0	15	36
Questões de vestibular	23	5,8	1,9																168
Respostas dos exercícios	21	5,3	1,8																
Valores para funções trigonométricas	1	0,3	0,1																
Constantes físicas	1	0,3	0,1																
Bibliografia indicada para alunos	2	0,5	0,2																
Total vol. 2	400	100,0	33,6	51			19				6			47	347	80	230	136	1008

TABELA 21 - Distribuição dos conteúdos Livro 4 (Máximo e Alvarenga)
Tema: V.02 Termologia, Ótica e Ondas

APÊNDICE O

Tabela 22 – Distribuição dos conteúdos Livro 4 – Tema Vol 3

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% DO TOTAL DE PÁGINAS	% DO TOTAL DE PÁG DA COLEÇÃO	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS						
				nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	exem plo	fixação	revisão	prob e teste	prob e teste	total	
Apresentação e índice	22	5,3	1,8																
17. Carga elétrica	32	7,7	2,7	5	FC	R1	5	B TC				1	32	12	31	13			89
18. Campo elétrico	30	7,2	2,5	2	FC	R1	1	TC	BIO		TC	4	30	10	30	12			86
19. Potencial elétrico	29	7,0	2,4	2	FC	R1		TC	F BIO		TC	5	34	10	32	15			96
20. Corrente elétrica	58	13,9	4,9	9	FC	R1		B TC	BIO		LT/B TC	5	51	14	40	16			126
21. Força eletromotriz – equação do circuito	36	8,7	3,0	5	FC	R1	1	B	BIO		B TC	4	28	7	30	15			84
22. O campo magnético – 1ª parte	38	9,1	3,2	5	FC	R1	4	TC	L BIO		TC	3	32	12	30	15			92
23. O campo magnético – 2ª parte	30	7,2	2,5	5	FC	R1		TC	L/F BIO		B	3	26	12	30	0			71
Apêndice: a lei de Biot-Savart	11	2,6	0,9									1	14	0	0	22			37
24. Indução eletromagnética – ondas eletromagnéticas	44	10,6	3,7	4	FC	R1	4	B	BIO		B TC	5	42	12	30	0			89
Apêndice: Capacitores	17	4,1	1,4									3	16	7	16	0			42
25. A nova física	11	2,6	0,9				1	360	B										
Questões de vestibular	32	7,7	2,7																212
Respostas dos exercícios	22	5,3	1,8																
Valores para funções trigonométricas	1	0,2	0,1																
Constantes físicas	1	0,2	0,1																
Bibliografia indicada para alunos	2	0,5	0,2																
Total vol. 03	416	100,0	34,9	37			16				7	34	305	96	269	108			1024

TABELA 22 – Distribuição dos conteúdos Livro 4 (Máximo e Alvarenga)
Tema: V.03 Eletricidade

APÊNDICE P

Tabela 23 – Distribuição dos conteúdos Livro 5 – Tema Vol 1

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	RELAÇÃO AO TOTAL DE PÁGINAS	%DO TOTAL DE PÁG DA COLEÇÃO	EXPERIMENTO		HISTÓRIA DA CIÊNCIA		CIÊNCIA E TECNOLOGIA		EXERCÍCIOS					
				nº	forma	nº	local	nº	forma	local	forma	resolvido	resolva no caderno	total	
Apresentação e índice	10	4,3	1,4												
A natureza da Ciência	9	3,9	1,3	1	B R1	2	LT F	1	B AT	0	5	5			
Os métodos da ciência	20	8,7	2,8	2	B A1e3 R4		B LT F	1	B AT	1	45	46			
Força e movimento	59	25,7	8,4	3	B R3e4e6	1	B LT L		B AT FUN	26	127	153			
Hidroestática	27	11,7	3,8	3	B R1	1	B LT BIO	5	B AT FUN	12	70	82			
Quantidade de movimento e impulso	21	9,1	3,0	1	B R4			2	B AT FUN	9	31	40			
Energia e trabalho	27	11,7	3,8	1	B R1	1	LT BIO	1	B FUN	11	82	93			
Gravitação universal	27	11,7	3,8	1	B R1		LT L e F BIO	1	B AT	4	51	55			
Máquinas simples	21	9,1	3,0	2	B R1			1	B	5	32	37			
Respostas	4	1,7	0,6												
Apêndice	2	0,9	0,3												
Lista de sigla	2	0,9	0,3												
Bibliografia	1	0,4	0,1												
Total do vol. 1	230	100,0	32,6	14		5		12		68	443	511			

TABELA 23 - Distribuição dos conteúdos Livro 5 (Torres e Penteadó)

Tema: V.01 Mecânica

APÊNDICE Q

Tabela 24 – Distribuição dos conteúdos Livro 5 – Tema Vol 2

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% EM RELAÇÃO AO TOTAL	% DO TOTAL DE PÁG DA COLEÇÃO	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS			
				nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	resolva no caderno	total	
Apresentação e índice	6	2,8	0,8													
1. Energia térmica e calor	61	28,5	8,6	1	B	R 1	3	LT	BIO	5	B	AT FUN	16	156	172	
2. termodinâmica - conversão entre calor e trabalho	30	14,0	4,2				2	LT	F	2	B	AT FUN	11	77	88	
3. Ondas e som	49	22,9	6,9	1	B	R 1	2	TC LT	F		B	AT FUN	12	89	101	
4. A luz	59	27,6	8,4	5	B	R 1 e 4				3	B	AT FUN	12	122	134	
Respostas	4	1,9	0,6												0	
Apêndice	2	0,9	0,3												0	
Lista de siglas	2	0,9	0,3												0	
Bibliografia	1	0,5	0,1												0	
Total vol 2	214	100,0	30,3	7			7			10			51	444	495	

TABELA 24 - Distribuição dos conteúdos Livro 5 (Torres e Penteadó)
Tema: V. 02 Termologia, Ótica e Ondas

APÊNDICE R

Tabela 25 – Distribuição dos conteúdos Livro 5 – Tema Vol 3

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% DO TOTAL DE PÁGINAS	% DO TOTAL DE PÁG DA COLEÇÃO	EXPERIMENTO			HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS				
				nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	resolvido	resolva no caderno	total		
Apresentação e índice	9	3,4	1,3														
1. Eletricidade estática e corrente elétrica	67	25,6	9,5	2	B	R 1	3	LT	L			5	B	AT FUN	22	130	152
2. Eletromagnetismo	43	16,4	6,1	3	B	R 1						3	B LT	AT FUN	10	61	71
3. Ondas eletromagnéticas	29	11,1	4,1	1	B	R 1	9	LT	L BIO			2	B	AT FUN	2	44	46
4. Energia hoje e amanhã	36	13,7	5,1									4	B LT	AT FUN	1	33	34
5. Relatividade especial	23	8,8	3,3														0
6. Física Quântica	19	7,3	2,7														0
7. Física Nuclear	22	8,4	3,1														0
Respostas	4	1,5	0,6														0
Apêndice	7	2,7	1,0														0
Lista de siglas	2	0,8	0,3														0
Bibliografia	1	0,4	0,1														0
Total vol 3	262	100,0	37,1	6			12					14			35	268	303

TABELA 25 - Distribuição dos conteúdos Livro 5 (Torres e Penteado)
Tema: V. 03 Eletricidade

APÊNDICE U

Tabela 28 – Distribuição dos conteúdos Livro 6 – Tema Vol 3

CONTEÚDO	Nº DE PÁGINAS	% DO TOTAL DE	% DO TOTAL DE PÁG DA	EXPERIMENTO		HISTÓRIA DA CIÊNCIA			CIÊNCIA E TECNOLOGIA			EXERCÍCIOS									
				nº	local	forma	nº	local	forma	nº	local	forma	exem plo	aplica ção	reforço	revisão	desafio s	aprofun damento	total		
Apreensão e índice	4	0,8	0,3																		
1. A carga elétrica	16	3,2	1,1	0			3	LI B	F				1	9	0	10	0	3	23		
2. Corrente elétrica	25	5,0	1,7	0			0		L			2	LT	AT	8	17	25	11	3	8	72
3. Resistência e resistividade	24	4,8	1,6	0			0					0			12	18	30	10	4	10	84
4. Associação de resistores	55	11,0	3,7	0			0					1	LT	AT	18	38	92	10	4	12	174
5. Circuitos elétricos especiais	24	4,8	1,6	0			1	B	BIO			0			8	29	18	7	2	0	64
6. Geradores e receptores reais	17	3,4	1,2	0			0					0			5	12	28	12	2	0	59
7. Eletização	19	3,8	1,3	3	B	R 1	0					0			9	10	9	9	4	4	45
8. A força elétrica	13	2,6	0,9	0			1	B	BIO			0			5	10	20	4	4	7	50
9. O campo elétrico	23	4,6	1,6	0			0					0			12	17	22	7	5	12	75
10. Potencial elétrico	30	6,0	2,0	0			0					0			17	35	26	19	2	12	111
11. Condutor em equilíbrio eletrostático	16	3,2	1,1	0			2	LT B	F BIO			1	B	FUN	4	11	10	12	5	5	47
12. Capacitores	26	5,2	1,8	0			0					0			14	20	25	10	4	7	80
13. O campo magnético	13	2,6	0,9	0			1	B	F			0			0	4	7	13	0	3	27
14. A força magnética	39	7,8	2,6	0			1	B	F			0			8	23	27	8	5	7	78
15. Fontes de campo magnético	38	7,6	2,6	0			1	LT	F			0			7	25	51	13	5	7	108
16. Indução eletromagnética	34	6,8	2,3	0			3	LT B	F BIO			1	B	FUN	4	30	24	13	0	7	78
17. Ondas	39	7,8	2,6	0			0					0			8	47	32	14	3	9	113
18. A teoria da relatividade	17	3,4	1,2	0			1	LT	F			0			0	15	0	0	0	0	15
19. Mecânica quântica	12	2,4	0,8	0			3	LT	F			0			0	14	0	0	0	0	14
Respostas	13	2,6	0,9																		0
Bibliografia	3	0,6	0,2																		0
Total do vol 3	500	100,0	33,9	3			17					5			140	384	446	182	52	113	1317

TABELA 28 - Distribuição dos conteúdos Livro 6 (Sampaio e Calçada)
Tema: V.03 Ondulatória, Eletromagnetismo, Física Moderna

APÊNDICE V

TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA:

UM OLHAR SOBRE OS LIVROS DIDÁTICOS

SOB O PONTO DE VISTA DE CATEGORIAS PEDAGÓGICO-EPISTEMOLÓGICAS



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**A FORMAÇÃO DE UMA CULTURA CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO:
O PAPEL DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA**

TEXTO DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

UM OLHAR SOBRE OS LIVROS DIDÁTICOS

SOB O PONTO DE VISTA DE CATEGORIAS PEDAGÓGICO-

EPISTEMOLÓGIAS

Material elaborado por Sandra Gonçalves Coimbra como parte do trabalho desenvolvido no Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências – Área de concentração Ensino de Física – sob orientação do Prof^o Dr. Cássio Costa Laranjeiras.

BRASÍLIA – DF
DEZEMBRO / 2007

APRESENTAÇÃO

Esse texto de apoio foi elaborado no contexto do Mestrado Profissionalizante do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. No presente trabalho foi discutido a relevância da formação de uma cultura científica no ensino médio e a importância que o livro didático tem nesse processo. Nesse contexto, foram analisados os livros didáticos de Física que foram aprovados no PNLEM (Plano Nacional Livro Didático do Ensino Médio).

O objetivo desse texto de apoio é reunir elementos que contribuam na construção de um “novo olhar” sobre os livros didáticos, identificando alguns elementos importantes para a formação de uma cultura científica: *dialogicidade, protagonismo discente, dimensão empírica da ciência, dimensão histórica da ciência, relação entre ciência e tecnologia.*

O texto está proposto com vistas a uma análise qualitativa, por isso não há escalas de aferição das categorias propostas. O objetivo maior é observar o livro didático sob uma perspectiva científico-cultural, a fim de identificar qual tem sido o seu papel na construção de uma cultura científica no ensino médio.

A aquisição de uma cultura científica na escola média é parte fundamental de todo um processo de formação cultural do estudante na Educação Básica, permitindo-lhe a apropriação do discurso científico e do entendimento das potencialidades e limitações da ciência.

Na sociedade contemporânea é possível identificar o grande impacto que a ciência vem exercendo sobre a cultura. Qualquer sociedade atual faz uso da eletricidade, dos transportes automotivos, da vacinação, das telecomunicações, e tantas outras técnicas que são manifestações da cultura científica e tecnológica

(Menezes, 2005). Vivemos em um mundo superpovoado por objetos tecnocientíficos, e este fato é tão avassalador que não podemos mais prescindir da cultura científica, a ponto de quem estiver privado dessa cultura encontra-se vivendo na ignorância de seu próprio meio (Japiassu, 2005).

A aquisição de uma cultura científica e tecnológica pode ser feita em diversos ambientes, mas a escola é considerada o espaço e agente de definição e articulação do que aprender e ensinar, cabendo-lhe, portanto, um papel significativo na tarefa de formação de uma cultura científica.

Como parte integrante das estratégias didático-pedagógicas do processo de formação no ambiente escolar, encontra-se o livro didático, recurso que se tornou uma tradição muito forte na educação brasileira. Tradição sustentada pelo olhar saudosista dos pais, pela organização escolar como um todo, pelo marketing das editoras e pelo próprio imaginário que orienta as decisões pedagógicas do educador (Silva, 1996).

É no contexto dessas idéias que reconhecemos a necessidade de refletirmos acerca do papel que vem desempenhando os Livros Didáticos de Física no processo de construção da formação cultural-científica na escola média. A identificação das suas potencialidades e limitações pode nos ajudar numa compreensão mais dinâmica desse importante recurso didático.

1. CULTURA CIENTÍFICA

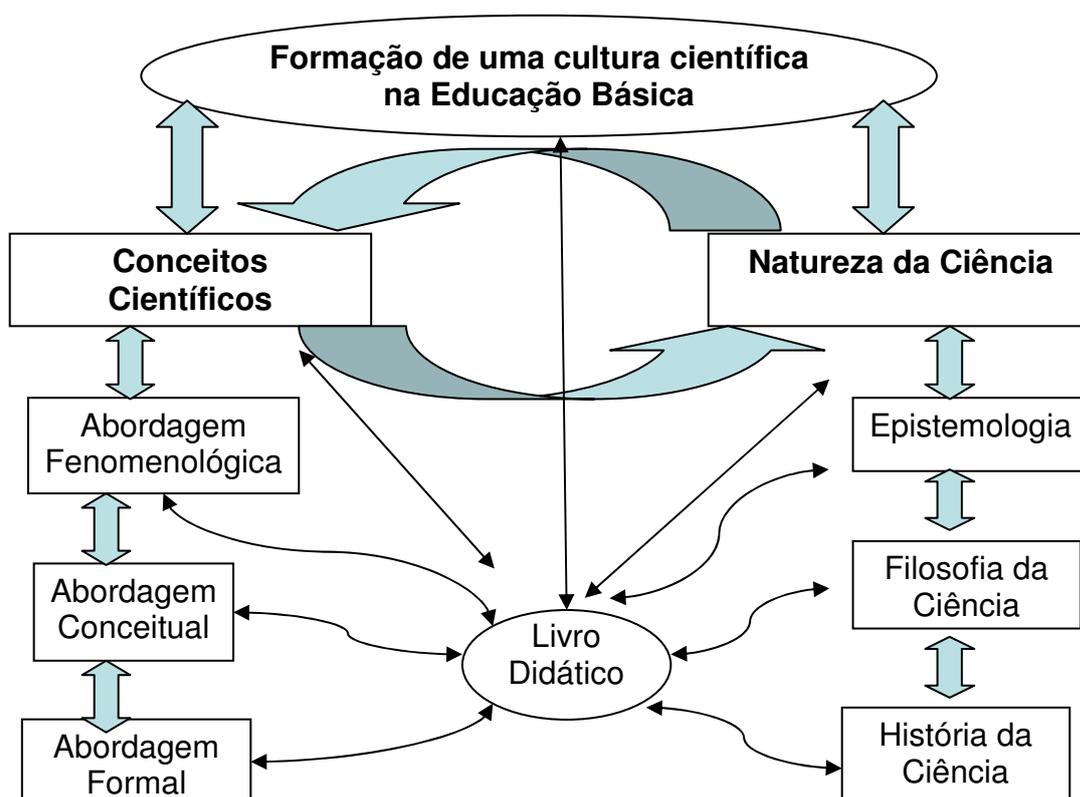
Em contraposição ao termo Alfabetização Científica¹¹, adotamos ao longo deste trabalho a expressão Cultura Científica, visto que a idéia de cultura incorpora de maneira mais ampla e dinâmica o processo de apropriação do discurso científico bem como de uma visão crítica do mesmo. Uma cultura científica também se diz sobre uma reflexão em torno dos limites desse discurso e vincula a formulação científica a um contexto social, histórico, a um produto humano.

Defende-se aqui a idéia de que a constituição de uma cultura científica na educação básica reivindica uma ação didático-pedagógica que seja capaz de promover uma apreensão integrada de aspectos dinamicamente complementares da compreensão da ciência: aspectos **conceituais** e aqueles referentes à **natureza da ciência**. O primeiro refere-se aos conceitos, princípios, leis, teorias, formalismos matemáticos e modelos que são usados na ciência para descrever e interpretar a natureza. O segundo diz respeito a aspectos epistemológicos, filosóficos e históricos do processo de desenvolvimento da ciência, abordando de maneira mais direta a dinâmica da construção do conhecimento científico, como o cientista desenvolveu e justificou esse conhecimento, as mudanças de paradigmas, as influências econômicas, políticas, religiosas, enfim, uma dimensão interpretativa.

O diagrama a seguir busca, em primeira aproximação, representar nossa percepção sobre a formação de uma cultura científica na educação básica, explicitando aspectos relacionados à natureza da ciência e à natureza dos conceitos científicos. Tais aspectos, embora apresentados em separado com o propósito de dar maior clareza aos seus elementos constitutivos, devem ser percebidos como

¹¹ Santos (2007) apresenta uma revisão de estudos desenvolvidos no âmbito da educação em ciências, no qual discute concepções que são dadas ao termo alfabetização científica.

dinamicamente complementares. As setas bidirecionais indicando fluxos contínuos de relação são uma tentativa de explicitar essas interações que permeiam as categorias, reforçando a idéia de dinamismo que o quadro busca incorporar.



Esquema representativo dos elementos e processos constitutivos de uma Cultura Científica no âmbito do Ensino de Ciências na Educação Básica. Embora inacabado, ele é parte do Núcleo de uma Linha de Pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, coordenada pelo Prof^o. Dr. Cássio C. Laranjeiras, do Instituto de Física da Universidade de Brasília.

2. OS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA E A FORMAÇÃO DE UMA CULTURA CIENTÍFICA

Buscando estabelecer critérios que nos permitissem um olhar crítico sobre os livros didáticos na sua maneira de entender e tratar a ciência, elaboramos um conjunto de *categorias analíticas* que procuram explicitar aspectos considerados relevantes no processo de constituição de uma cultura científica na educação básica. Assim foi que surgiram as categorias analíticas referidas na apresentação. A *Dialogicidade e Protagonismo Discente* estão vinculadas a uma dimensão mais propriamente pedagógica, o que nos remete a concepção dialógica e libertadora de educação proposta por Paulo Freire, que tem como alicerces o diálogo (elemento norteador do processo educativo), os objetos de conhecimento (mediadores do diálogo) e inserção do educando como sujeito nas ações educativas.

A ***Dialogicidade*** enquanto categoria analítica surge aqui referenciada na perspectiva pedagógica de Paulo Freire e pressupõe o entendimento do processo educativo como essencialmente comunicativo, uma comunicação que se estabelece entre educador e educando e entre ambos e a realidade que os cerca. Para Freire “a educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados” (FREIRE, 1971, p. 69). Nesta compreensão do processo educativo, o livro didático deve desempenhar importante papel propondo mediações significativas dos atores do processo com essa mesma realidade.

Podemos compreender a dinâmica do processo dialógico em busca do conhecimento como fundada em dois momentos básicos: o primeiro como sendo aquele em que o homem simplesmente capta a presença das coisas, sem desvelá-las em suas relações autênticas, o que para Freire ainda não constitui

“*conhecimento verdadeiro*”, caracterizando o domínio da mera opinião ou “*doxa*”. A “*doxa*”, no dizer de Eduardo Nicol, “ainda que chegue a ser coerente, não traduz a coerência objetiva das coisas. Não aspira sequer a ser verificada, ou seja, compreendida por motivos racionais e não emocionais.” (NICOL apud LARANJEIRAS, 1994, p.17). O segundo nível seria aquele em que o homem busca “desvelar” a sua realidade imediata em suas razões primeiras. Aqui poderíamos localizar o ápice do processo de aprendizagem, momento no qual o indivíduo transpõe os limites das suas percepções iniciais em torno do objeto de conhecimento, num processo de progressiva determinação e aperfeiçoamento de relações. Este momento inaugura a “*episteme*”, para a qual, que segundo Heller

Conhecer um fenômeno não significa simplesmente poder reagir ante ele (ou saber produzi-lo), mas conhecer as conexões que o ligam a outros fenômenos, captar o lugar que ocupa no sistema de outros fenômenos. (HELLER apud LARANJEIRAS, 1994. p.18).

Esse modo de compreender o processo de conhecimento encontra ressonância no pensamento de Bachelard, que reforça esta necessidade apontada por Freire de superação da “*doxa*” como forma desarmada de conhecimento frente ao mundo, em favor da “*episteme*”. Em sua obra “A Formação do Espírito Científico”, Bachelard defende a idéia de que todo conhecimento é resposta a uma pergunta e se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico.

Partindo dessa perspectiva, um texto didático deve estimular a capacidade investigativa do aluno, desenvolver uma postura de busca do conhecimento, de modo que ele assuma a condição de agente na construção do seu conhecimento (VASCONCELOS e SOUTO, 2003, p.93).

Um texto didático com postura dialógica, precisa apresentar questões capazes de desencadear um processo investigativo, Não se trata aqui de questões

visando aferir o dito no texto, mas questões que proponham ao aluno a problematização do mundo, da sua realidade.

O diálogo conduz a outras atividades, sugere ao estudante a busca de conhecimento. Estimula o desenvolvimento da autonomia intelectual. Diálogo não é só conversa com o professor e/ou com outros estudantes, mas é diálogo interno dentro da própria construção do conhecimento. Para Bachelard se não houver esse diálogo, não há superação de obstáculos e, portanto, não haverá ruptura.

Elementos históricos e empíricos propiciam a dialogicidade. Por exemplo, aspectos da história da ciência reforçam a dimensão dialógica do texto; atividades experimentais têm o papel de explicitar a dimensão empírica da ciência ao estabelecerem diálogo com a própria realidade, e isso ocorre na medida em que o estudante coleta dados, organiza informações, controla variáveis, analisa resultados.

Se, como propõe Freire, adotamos uma perspectiva em que “conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos” (FREIRE, 1971, p.27), o **protagonismo do estudante** deve ser considerado prioritário. A atitude consciente do indivíduo frente ao ato de conhecer é a única capaz de instrumentalizá-lo em sua ação transformadora da realidade. Estamos diante de uma concepção onde o conhecimento é percebido em sua natureza “construtiva”, como resultado de uma elaboração do pensamento, fruto da ação do sujeito, protagonista mesmo do processo educativo.

Essa confrontação com o mundo, com a realidade, faz do homem um agente, um protagonista. No contexto educacional, o estudante inserido no processo de busca de conhecimento, e da relação deste com a realidade, com o seu mundo vivencial. Esse é o sentido para protagonismo discente.

No processo educativo Freire destaca que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p.47). Nesse sentido, o texto didático deve estar comprometido com o estímulo à capacidade investigativa do estudante, apresentar situações em que o aluno problematize o conhecimento adquirido, estimular a reflexão crítica sobre o ato de conhecer.

Um texto didático pode incentivar o protagonismo discente ao contextualizar adequadamente o conteúdo e problematizar, de modo inteligente, os conceitos. Isso significa não trazer conceitos prontos e acabados, mas abrir espaço para questionamento, para confronto com suas “experiências primeiras”, conforme preconiza Bachelard. Assim sendo, os estudantes poderão sentir-se desafiados e também descobrir que os conteúdos curriculares podem ter significados em suas vidas.

As Dimensões Empírica e Histórica da Ciência e também a *Relação entre Ciência e Tecnologia* estão vinculadas a uma dimensão de caráter epistemológico, que nos remete a epistemologia histórico-crítica de Gaston Bachelard, que tem como alicerce os conceitos de “ruptura” e “obstáculo epistemológico”.

A realização de experimentos como estratégia de ensino é defendida por muitos autores, e o seu uso tem sido apontado como uma das maneiras de minimizar as dificuldades de ensinar e aprender Física (ARAÚJO e ABIB, 2003). Entretanto, mesmo sendo consensual o potencial desse instrumento, essa atividade é pouco explorada no ambiente escolar, e os motivos são diversos, desde problemas de inexistência de aulas preparadas para uso do professor até a formação docente (BORGES, 2002), passando por livros didáticos que abordam o tema somente com orientações tipo “livro de receitas” (ARAÚJO e ABIB, 2003).

Entendemos que a experimentação é um elemento importante no ensino de ciências, tendo em vista que através dela se pode explicitar a dimensão empírica da ciência. Portanto o ensino experimental “deve ser usado não como um instrumento a mais de motivação para o aluno, mas sim como um instrumento que propicie a construção e aprendizagem de conceitos e modelos científicos.” (BARBOSA et al, 2003, p.106).

As atividades experimentais podem proporcionar o desenvolvimento de habilidades tais como fazer observações, classificar, prever, formular hipóteses, medir grandezas físicas, fazer montagens e usar de equipamentos específicos. Podem, ainda, desenvolver técnicas de investigação, tais como repetição de procedimentos para aumentar confiabilidade dos resultados obtidos, aprender a colocar informações em diferentes formas de representação – gráficos, diagramas, esquemas, tabelas (BORGES, 2002, p.297).

Tamir (apud CACHAPUZ et al, 2005) distingue dois tipos de experimentação: verificação e investigação. No primeiro caso, o problema, as demonstrações e instruções diretas, são feitos pelo professor; é algo tipo “receita”. No segundo tipo de experimentação esta deve ser um meio para explorar as idéias dos alunos; desenvolver a compreensão conceitual; ser sustentada por base teórica com o objetivo de orientar a análise de resultados; ser delineada pelos alunos a fim de possibilitar o controle da aprendizagem.

Um texto didático necessita incorporar essa dimensão empírica da ciência. Trabalhar com o aluno a percepção de que a ciência não nasce de uma forma indutiva, a teoria não é construída a partir da experiência, mas a experiência tem um papel relevante na construção da ciência. As atividades experimentais propostas nos livros didáticos precisam traduzir esse papel relevante da experimentação,

indicar atividades com metodologias diferenciadas, explicitando os objetivos a serem alcançados. Atividades que levem estudantes a uma reformulação de suas explicações causais para fenômenos investigados; favorecer entendimento do uso de instrumentos de medida, tratamento gráfico, tratamento estatístico de dados; elaborar situações que possibilitem análises, reflexões e generalizações.

A formação da cultura científica abrange dois aspectos: a natureza dos conceitos científicos e a natureza da ciência. Conforme sintetizado no esquema apresentado anteriormente, a **dimensão histórica** incide sobre a natureza da ciência.

O texto didático precisa apresentar uma visão de ciência que aborde tanto a dimensão da natureza dos conceitos científicos quanto da natureza da ciência. É nesse sentido que informações sobre a vida dos cientistas, aspectos histórico-culturais de sua época, concepções e teorias aceitas nesse período, as controvérsias e dificuldades para aceitar novas idéias, podem contribuir para uma nova visão da ciência e do cientista e a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Martins (2006) argumenta que o estudo adequado de alguns episódios históricos permite perceber o processo social e gradativo da construção do conhecimento; compreender que a ciência não é o resultado da aplicação de um “método científico” que permita chegar à verdade; contribuir de forma insubstituível na formação de uma concepção adequada sobre a natureza das ciências suas limitações e relações com outros domínios; pode auxiliar no próprio aprendizado dos conteúdos científicos.

Um texto didático que apresenta tais aspectos históricos contribui para a formação de uma cultura científica, diferente de um texto que apresenta a história da

ciência somente com o uso de nomes e datas, transmitindo a concepção de ciência constituída por grandes cientistas e fatos marcantes.

O mundo contemporâneo é constituído por objetos tecnológicos, de modo que o homem é fortemente marcado pela presença da tecnologia em sua vida diária. Do mesmo modo a ciência tem grande impacto nesse mundo. Assim a nossa cultura é marcada tanto pela tecnologia como pela ciência, caracterizando uma cultura científica.

As relações entre **ciência e tecnologia** são complexas. Se nos voltarmos para o mundo grego, veremos que a *techné* constituía um saber prático, em oposição ao saber teórico. Com a revolução científica no século XVII, a ciência deixa de ser teórica para tornar-se ativa, com isso a técnica passa a ser considerada consequência prática do conhecimento teórico. Contemporaneamente a técnica não é mais considerada aplicação do saber teórico, passa a ser considerada como uma tecnologia, como uma prática tendo sua lógica própria suscetível de determinar a sociedade onde se insere, através dos modelos e dos fins que ela impõe (JAPIASSU, 2005, p.212).

O texto didático ao tratar da natureza das ciências e dos conceitos científicos precisa apresentar as inter-relações com a tecnologia. Uma possível abordagem seria a explicação de aparatos tecnológicos, seu funcionamento, informações técnicas e conhecimentos científicos envolvidos, de modo a contribuir para o desenvolvimento da autonomia crítica do estudante e trazer reflexões acerca da produção e uso de tais tecnologias.

Nesta direção, sugerimos ao professor a utilização de um olhar diferenciado, mais perscrutador do processo de constituição da ciência e da sua inserção nos

textos didáticos de Física. A tabela a seguir pretende uma apresentação sintética das categorias utilizadas ao longo deste trabalho e que são aqui sugeridas como ferramentas de análise ao professor.

AVALIANDO OS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA CATEGORIAS ANALÍTICAS SUGERIDAS

Categoria de análise	Aspectos analisados	Parâmetros
Dialogicidade	Nível e estilo de discurso utilizado ao longo do texto no trabalho didático-pedagógico com os diferentes temas.	Observação da estrutura dos capítulos, do ritmo de apresentação dos temas e do grau de levantamento de questões visando a inserção do estudante em um processo dialógico com o texto e mediados pelo texto.
Protagonismo Discente	Grau de inserção dos estudantes, adotado pelos autores ao longo do texto, no processo de investigação dos temas abordados.	Presença de atividades e/ou ações que remetam o estudante a uma participação ativa no processo de ensino-aprendizagem.
Dimensão Empírica	Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à dimensão empírica da ciência.	Presença de atividades experimentais que estimulem o controle de variáveis, tomada de dados e a relação destas com os conhecimentos teóricos trabalhados ao longo do texto.
Dimensão Histórica	Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à dimensão histórica da ciência.	Presença de aspectos sócio-econômicos e culturais como influenciando o processo de construção do conhecimento; Dinâmica de construção de teorias, apresentadas através do conflito de diferentes pontos de vista; a participação de diferentes cientistas na elaboração de conceitos e teorias.
Relação Ciência-Tecnologia	Identificação e caracterização da forma e tratamento dado ao longo do texto à relação ciência-tecnologia.	Presença da discussão de fatores tecnológicos como potencializadores do desenvolvimento científico; reflexões acerca da aplicabilidade da ciência e sua presença no desenvolvimento da tecnologia e seus produtos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Mauro Sérgio T. de; ABIB, Maria Lúcia V. dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n. 02, junho, 2003.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, Joaquim de Oliveira et al. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.16, n. 01, abril, 1999. Disponível em < <http://www.fsc.ufsc.br> > Acesso em 07 de setembro de 2007.

BORGES, A. Tarcísio. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.19, n. 03, dezembro 2002. Disponível em < <http://www.fsc.ufsc.br> > Acesso em 07 de setembro de 2007.

CACHAPUZ, António et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** Tradução de Rosisca Darcy de Oliveira. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1971.

JAPIASSU, Hilton. **Ciência e destino humano**. Rio de Janeiro: Imago, 2005.

LARANJEIRAS, Cássio C. **Redimensionando o Ensino de Física numa perspectiva histórica**. Dissertação de mestrado. Instituto de Física e Faculdade de Educação da USP. São Paulo. 1994.

MARTINS, Roberto de Andrade. A história das ciências e seus usos na educação. In SILVA, Cibelle Celestino (org). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. Livraria da Física. São Paulo, 2006.

MENEZES, Luis Carlos de. **A matéria uma aventura do espírito: fundamentos e fronteiras do conhecimento físico**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2005.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n.36, p. 474-496, set./dez. 2007.

SILVA, Ezequiel Theodoro. Livro didático: do ritual de passagem à ultrapassagem. **Em Aberto**, ano 16, n. 69, jan/mar, 1996.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência e Educação**, v.9 n.1, p. 93-104, 2003.